

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: PROPUESTA DE ACTUACIONES PARA
LA MEJORA DE LA CALIFICACIÓN DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN
EDIFICIO DE OFICINAS

Autora: Inés NIETO CUADRA

Fecha: Noviembre 2014





I. MEMORIA DESCRIPTIVA

II. ANEXOS

III. PLANOS

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

V. ESTADO DE MEDIDA Y PRESUPUESTO

MEMORIA DESCRIPTIVA

INDICE	Página
1. MOTIVACION DEL PROYECTO.....	6
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	11
3.1. Zona climática.....	11
3.2. Horario de funcionamiento.....	14
3.3. Tipo de uso.....	14
3.4. Nivel de ventilación.....	14
3.5. Ocupación.....	15
3.6. Composición de los cerramientos.....	17
4. NORMATIVA APLICABLE SOBRE EL USO EFICIENTE DE ENERGIA EN EDIFICIOS.....	23
4.1. Código técnico de la edificación (CTE).....	25
4.1.1. Opción simplificada.....	27
4.1.1.1. Cálculo de los parámetros característicos de la demanda.....	29
4.1.1.2. Cálculo de los parámetros característicos medios.....	31
4.1.1.3. Verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda .Fichas justificativas.....	32
4.1.2. Opción general.....	34
5. MEDIDAS PASIVAS DE AHORRO ENERGETICO	
5.1. Aumento del nivel de aislamiento en cubierta.....	37
5.2. Aislamientos en suelos.....	43
5.3. Modificación de huecos en fachadas.....	45
5.4. Instalación de protecciones solares.....	49
5.5. Cálculo de los parámetros característicos de la demanda mediante la opción simplificada.....	52
5.6. Cálculo de los parámetros característicos medios mediante la opción simplificada.....	54
5.7. Verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda. Fichas justificativas.....	55

5.8. Condensaciones.....	55
5.8.1. Cálculo de condensaciones. Fichas justificativas.....	57
5.9. Verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda mediante la opción general.....	58
6. CARGAS TERMICAS.....	58
6.1. Programa de funcionamiento.....	59
6.2. Condiciones de proyecto.....	59
6.3. Cálculo de cargas térmicas de refrigeración.....	62
6.3.1. Cargas externas.....	62
6.3.1.1. Cargas por radiación a través de superficies acristaladas.....	62
6.3.1.2. Carga por transmisión a través de superficies acristaladas.....	68
6.3.1.3. Carga por transmisión a través de superficies opacas exteriores.....	69
6.3.1.4. Cargas debida a la renovación del aire.....	76
6.3.2. Cargas internas.....	88
6.3.2.1. Cargas por ocupación.....	88
6.3.2.2. Cargas por iluminación.....	90
6.3.2.3. Carga por equipamiento interno.....	91
6.3.3. Otras cargas .Coeficiente de seguridad.....	92
6.3.4. Hoja de carga del edificio.....	92
6.3.5 Hojas de carga de los espacios a condicionar.....	94
6.4. Cálculo de carga punta y máxima simultánea.....	97
6.5. Cálculo de la carga térmica de calefacción.....	99
7. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.....	103
7.1. Tipos de sistemas de climatización con agua.....	105
7.1.1. Sistemas de climatización sin recuperación de calor.....	106
7.1.1.1. Sistema mixto independiente.....	107
7.1.1.2. Sistema mixto con ventilacion conectada a fancoils.....	108
7.1.1.3. Sistema todo aire.....	108

8. CALCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL AIRE

8.1. Unidades de tratamiento: climatizadores.....	109
8.2. Cálculo y selección de una UTA.....	110
8.2.1. Proceso teórico de climatización del aire de un local.....	110
8.2.2. Selección de una UTA.....	112
8.2.3. Cálculos para la selección de la UTA.....	120
8.3. Distribución del aire en los espacios acondicionados.....	121
8.3.1. Unidades de difusión de aire.....	122
8.3.1.1. Cálculos técnicos para la selección de los difusores.....	123
8.4. Red de distribución de aire.....	124
8.4.1. Método de cálculo para la selección del conducto.....	125
8.4.1.1. Cálculo de la red de distribución.....	126
8.5. Unidades de impulsión de aire: ventiladores.....	129
8.6. Unidades de retorno: rejillas.....	131
8.6.1. Cálculo de la red de extracción y selección de rejillas.....	132
8.6.2. Selección del ventilador de extracción.....	137
9. EQUIPO GENERADOR.....	138
9.1. Módulo hidráulico.....	140
9.1.1. Selección de la bomba.....	141
9.1.1.1. Selección del diámetro de las tuberías y pérdida de carga en la línea.....	141
9.1.1.2. Curvas características de la bomba seleccionada.....	144
9.1.1.3. Curva característica de la instalación.....	145
9.1.1.4. Punto de funcionamiento de la instalación de bombeo.....	146
9.1.2. Depósito de inercia.....	148
9.1.3. Vaso de expansión.....	149
9.1.3.1. Cálculos para la selección del vaso de expansión.....	151
10. ALUMBRADO INTERIOR	
10.1. Diseño según disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo.....	154

10.2. Diseño con criterio de eficiencia energética.....	159
11. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	161
11.1 Dimensionado de una instalación solar térmica.....	163
11.1.1. Cálculos de la demanda de agua caliente sanitaria de nuestro edificio.....	164
11.1.2 Factor de cobertura solar de la instalación.....	164
11.1.3 Obtención de la radiación solar mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores.....	165
11.1.4. Obtención de la superficie útil de captación necesaria.....	166
12. CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGETICA DE LOS EDIFICIOS.....	169
13. CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICIOS.....	173
14. CERTIFICACION ENERGETICA EN EDIFICIOS EXISTENTES (CE3).....	174
15. MEDIDAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA.....	186
16. EVALUACION ECONOMICA DE LAS MEDIDAS DE MEJORA CONSIDERADAS.....	196
17. INSTRUMENTOS FINANCIEROS PARA FOMENTAR LA MEJORA DE EFICIENCIA.....	203
17.1. Programa de financiación de la Administración General del Estado.....	203
17.2. Programa de financiación de las Comunidades Autónomas.....	205
17.3. Programa de financiación de la Unión Europea.....	206
17.3.1. Programa energía inteligente para Europa (EIE).....	207
17.4. Procedimiento administrativo para tramitar una subvención.....	208
BIBLIOGRAFIA.....	210

1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La sociedad actual se caracteriza por desarrollar su actividad en el entorno de las ciudades siendo la célula característica de la misma el edificio. Los edificios son los lugares donde la población pasa la mayoría de su tiempo. No solo son lugares de residencia y descanso sino también lugares de trabajo, espacios de ocio y centros educativos.

El edificio debe garantizar, independientemente de su uso, unas condiciones mínimas de bienestar y una funcionalidad que permita desarrollar las actividades para las que fue diseñado. Para ello, el edificio debe consumir energía que después transformará.

Actualmente, en el contexto de la Unión Europea, el consumo de energía en los edificios ya supone casi el 40% de la energía total, motivo por el cual la Unión Europea ha promulgado la Directiva 2002/91/CE y la Directiva 2010/31/CE orientadas específicamente a conseguir una reducción de este consumo.

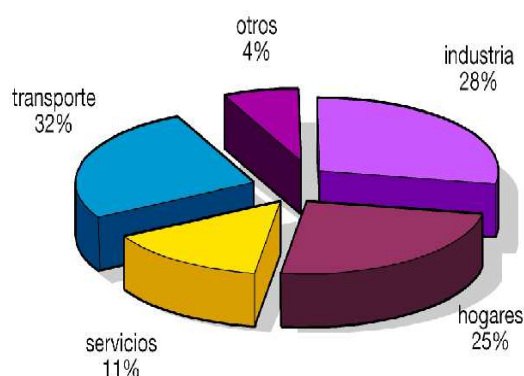


Figura 1 Distribución del consumo de energía final en la Unión Europea. Fuente: Informe de Energía 2009, publicado por Eurostat

En España, el consumo de energía del sector edificación, que comprenden los edificios destinados a viviendas y sector terciario, alcanza el 30% de la demanda total.

Dentro del sector terciario, los edificios de oficina, seguido de los centros comerciales, restaurantes y alojamientos son las actividades donde más energía se consume.

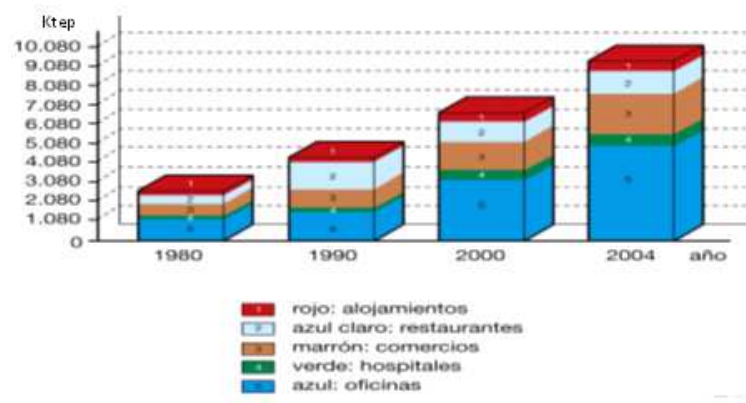


Figura2 consumos del sector servicios por sectores 2004. Fuente IDAE

Según la Directiva 2010/31/CE, la eficiencia energética se define como “la cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, refrigeración, ventilación, calentamiento del agua y la iluminación”

Sin diferenciar por actividades, la suma total del consumo de energía final del sector terciario se distribuye de la siguiente forma:

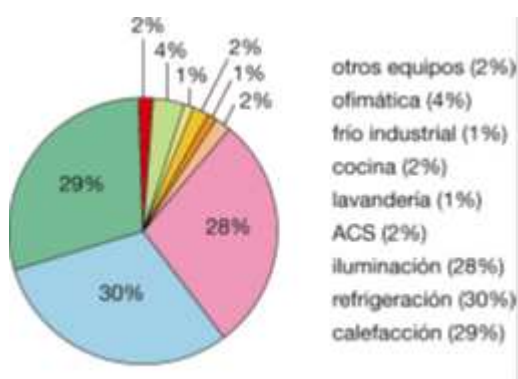


Figura 3: Distribución del consumo de energía en edificios del sector terciario, 2010

El consumo neto de energía, que será el demandado por el edificio en su funcionamiento normal, dependerá de las pérdidas o ganancias térmicas a través de su envolvente, de la captación de energías renovables y del consumo final de los equipos e instalaciones.

La escala para valorar la eficiencia energética que presenta un determinado edificio se ha desarrollado en base a una cuantificación de la reducción de emisiones de CO₂ con respecto a un edificio ideal que se toma de referencia y que cumple los criterios mínimos exigidos por la normativa.

Desde la entrada en vigor de la Directiva 2002/91/CE los edificios europeos de nueva construcción tienen la obligación de disponer de un certificado y etiqueta de eficiencia energética en el que se informe al usuario o comprador de la calificación y características energéticas. Los edificios de titularidad u ocupación pública con una superficie superior a 1000 m² deben mostrar públicamente la etiqueta de eficiencia energética. En España, la certificación de eficiencia energética en edificios entró en vigor tras la aprobación del Real Decreto 47/2007 (proyectos visados a partir de mayo del 2007).

La Directiva 2010/31/CE refunde a la Directiva 2002/91/CE. En materia de certificación de eficiencia energética incluye novedades importantes: por un lado, amplía los campos de información obligatoria que debe incluir el certificado de eficiencia energética. Por otro lado, aumenta la lista de edificios que deberán disponer el nuevo certificado:

- Los edificios de nueva construcción.
- Los edificios que vayan a venderse o alquilarse a un nuevo propietario. El indicador de eficiencia energética deberá incluirse en los anuncios publicitarios de venta o alquiler.
- Los edificios de titularidad o de ocupación pública con una superficie superior de 500 m² hasta 2015; a partir de esta fecha la obligación se extenderá a los edificios públicos con una superficie mayor de 250 m²

Los objetivos de la Directiva 2010/31/CE con un horizonte límite de 2020 son bastantes ambiciosos en el campo de ahorro energético de la edificación y tiene como prioridad conseguir que el mayor número posible de edificios sean de consumo energético casi nulo

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en obtener la calificación de eficiencia energética de un edificio de oficinas situado en Madrid con la normativa vigente para verificar el cumplimiento del *Documento Básico de Ahorro de Energía* del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE) así como poder determinar el nivel de eficiencia energética correspondiente a dicho edificio según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado por el RD 235/2013 (trasposición parcial al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2010/31/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios en materia de certificación de eficiencia energética de edificios)

El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Se verificará el cumplimiento de la *Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética* de forma que el edificio disponga de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características.

Se diseñará un sistema de climatización destinado a proporcionar el bienestar térmico de los ocupantes de dicho edificio y de acuerdo a la *Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas*. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE.

El edificio dispondrá de una instalación de iluminación adecuada a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficiente energéticamente según la *Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación*.

Se dimensionará una instalación solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) demandada por el edificio objeto según la *Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*. La energía demandada para la producción de ésta ACS es insignificante en comparación a la energía demandada para la climatización de nuestro edificio por lo que solo se hará una breve descripción sobre la posibilidad de su implantación.

Comenzaremos describiendo las características del edificio, zona climática a la que pertenece, ocupación, tipo de uso, horario de funcionamiento, nivel de ventilación necesario así como la composición de los cerramientos que lo conforman.

Se definirán los coeficientes de transferencia de calor de cada uno de los cerramientos que componen nuestro edificio y se comprobará si cumple con los valores máximos establecidos en CTE DB HE-1, de acuerdo con los dos procedimientos que propone el mismo.

Se empleará la aplicación informática LIDER para la verificación de la exigencia de Limitación de demanda energética (HE1), ofrecida por el ministerio de industria, turismo y comercio y el IDEA (instituto para la diversificación y ahorro de la energía.)

Posteriormente determinaremos las cargas térmicas a combatir tanto en invierno como en verano, en cada uno de los locales que conforman el edificio.

Dimensionaremos cada uno de los equipos de tratamiento encargados de combatir dichas cargas térmicas así como las unidades de producción.

Con las unidades de producción y tratamiento ya definidas diseñaremos las redes de distribución de aire y refrigerante así como los demás elementos necesarios para el buen funcionamiento de la instalación (bombas, ventiladores, difusores, rejillas...).

Se rediseñará el sistema de iluminación con criterio de eficiencia energética según las exigencias de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (HE3) y de manera que cumpla las exigencias visuales necesarias dependiendo de la actividad a desarrollar de acuerdo con el Real Decreto 486/1997 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

Una vez definido el edificio, tanto la envolvente del mismo como sus instalaciones térmicas y lumínicas, se procede a la obtención de su calificación energética, para ello se emplea la herramienta informática CE3 destinado a la Certificación Energética de Edificios Existentes.

Se analizarán aquellas medidas que supongan un aumento de la eficiencia energética y se estudiará la viabilidad de la implantación de tales acciones.

Se darán a conocer las formas de financiación y los programas de ayudas públicas destinadas a mejorar la eficiencia energética de los edificios. Asimismo, la forma de gestionar y tramitar una subvención ante la Administración Pública que la convoca.

3. DESCRIPCION DEL EDIFICIO

El edificio objeto de nuestro proyecto se encuentra en la ciudad española de Madrid y está orientada al Sur (Azimut 0º). Consta de una sola planta habitable y una cubierta en la que irán situados los equipos necesarios para la climatización del mismo, posee una superficie total de 213m² y una altura de 3,72m.

El edificio está formado por ocho espacios distribuidos tal y como se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 1 planta del edificio objeto

3.1. Zona climática

Hay cinco zonas climáticas en función de la severidad de las temperaturas invernales.

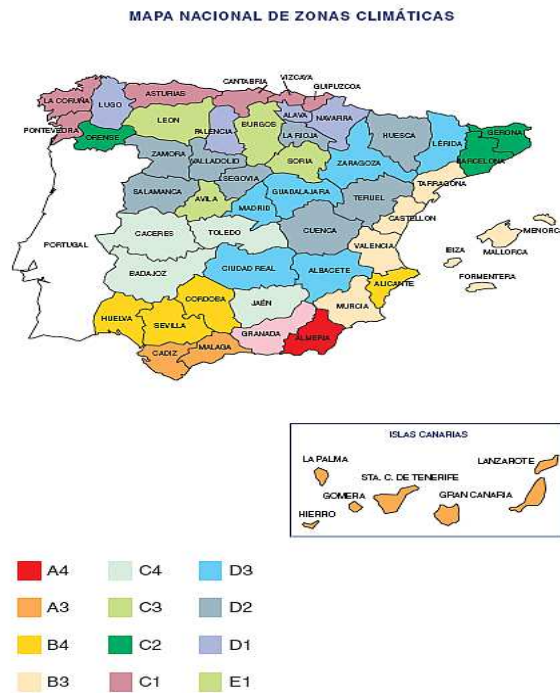
La letra A corresponde a las ciudades con el clima más benigno, llegando a la letra E que corresponde al clima invernal más duro.

El índice de las temperaturas en verano se clasifica por números:

SC (verano)	A4	B4	C4		E1
	A3	B3	C3	D3	
			C2	D2	
			C1	D1	
	SC (invierno)				

Se inicia con el número 1, que corresponde a las ciudades con clima estival más benigno, y finalizando en el 4 que corresponde al clima estival más caluroso.

En el mapa siguiente se observa la distribución de las zonas.



Como se puede observar, las zonas climáticas se determinan por provincias.

Sin embargo, se deben considerar los cambios de clima dentro de una misma provincia.

Las zonas climáticas de las localidades, que no son capitales de provincia, se obtiene en función de la diferencia de altura topográfica existente entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1

(Tabla 1: Zonas climáticas, fuente IDAE)

Nuestro edificio se encuentra en Madrid Capital, D3

3.2 .Horario de funcionamiento

El horario de funcionamiento será el de un edificio tipo de oficinas, en el que de lunes a viernes el horario laboral será de 8 a 22h y los sábados de 9 a 18h contando con tres semanas de vacaciones en el mes de Agosto.

3.3. Tipo de uso

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen las siguientes categorías:

- a) espacios de clase de higrometría 5: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.
- b) espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.
- c) espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

Todos los espacios, son considerados espacios con carga interna baja, de clase de higrometría 3.

3.4. Nivel de Ventilación

Para lograr dar las condiciones de confort necesarias en cualquier local, no sólo hemos de ser capaces de alterar la temperatura y humedad de esa zona, sino que también tendremos que controlar la calidad del aire. Esto implica introducir aire del exterior para mantener una calidad del aire aceptable.

El caudal de ventilación de los locales se establece en función de la calidad del aire interior

IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	Aire de calidad baja: no se debe aplicar.

Categorías del aire interior en función del uso de los edificios

(Tabla 2, fuente RITE)

El Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) establece 5 métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación. De los cinco métodos, dos son métodos indirectos donde el caudal se determina por la ocupación o por la superficie de los locales. Los otros tres métodos son directos, donde el caudal de ventilación se determina a partir de la carga contaminante del edificio. Se usará el método donde el caudal de ventilación se determinará en función de la ocupación del local.

La siguiente tabla se resume los cuatro métodos para alcanzar la calidad de aire interior deseada

Categoría	Tasa de ventilación por persona (L/s)	Método olfativo (CR 1752) (dp)	Concentración CO ₂ (sobre aire EXT) (ppm)	Tasa de ventilación por unidad de superficie (L/s·m²)
IDA 1	20	0,8	350	No aplicable
IDA 2	12,5	1,2	500	0,83
IDA 3	8	2,0	800	0,55
IDA 4	5	3,0	1.200	0,28

(Tabla 3, fuente RITE)

3.5. Ocupación

La ocupación de los edificios y de los locales se realizará en función del uso previsto y no en función de la ocupación máxima calculada mediante el documento DB SI en base a criterios de seguridad. Para ello se usará la tabla 12 *UNE EN 13779:2008 Ventilación de Edificios no Residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.*, que muestra la ocupación típica de los locales en función del uso previsto

Tipo de uso	m²/ocupante
Oficinas paisaje	12
Oficinas pequeñas	10
Salas de reuniones	3
Centros comerciales	4
Aulas	2,5
Salas de hospital	10
Habitaciones de hotel	10
Restaurantes	1,5

Superficie de suelo por ocupante en m²/ocupante. Tabla 22 de la UNE EN13779:2004 y Tabla 12 de la UNE EN13779:2008

(Tabla 4, Ventilación de edificios no residenciales. fuente: tabla 22 de la UNE EN 13779:2004)

Nuestro edificio en estudio posee una ocupación de 18 personas ya que cuenta con una superficie de 213m² y de la tabla anterior sabemos que la ocupación típica para esta clase de edificios es de 12m²/persona.

Se aplicará el **Método indirecto de caudal de aire exterior por persona según el RITE**.

Se empleará en locales donde las personas tengan una actividad metabólica o producción de energía de alrededor 1,2 met, cuando la mayor parte de las emisiones contaminantes sean producidas por las personas, y cuando no esté permitido fumar.

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Caudales de aire exterior, l/s por persona (Tabla 14.2.1 del RITE)

(Tabla 5, fuente RITE)

La carga contaminante sensorial del edificio depende de la carga sensorial de las personas (olf/ocupante) y de la propia contaminación del edificio (olf/superficie).

La siguiente tabla muestra la carga sensorial en olf (tasa de emisión de contaminantes, bioefluentes, emitidos por una persona estándar) y la producción de CO₂ de los ocupantes de los edificios en función de su actividad

	Tasa metabólica met	Carga sensorial olf/ocupante	CO ₂ l/h por ocupante
Sala de espera	1,0	1,0	19
Oficina	1,2	1,0	19
Sala de conferencias, auditorio	1,2	1,0	19
Cafetería, restaurante	1,2	1,0	19
Aula	1,2	1,3	19
Guardería*	1,4	1,2	18
Comercio (clientes sentados)	1,4	1,0	19
Comercio (clientes de pie)	1,6	1,5	19
Grandes almacenes	1,6	1,5	19

* La tasa metabólica de los niños en un jardín de infancia es de 2,7 met. Al ser su superficie corporal la mitad (aprox.), la tasa normalizada para adultos de 1,8 m² de área superficial se convierte en 1,4 met.

Carga sensorial en olf/ocupante y emisiones de CO₂ en litros/horas por ocupante en función de la actividad metabólica realizada

(Tabla 6, fuente RITE)

3.6. Composición de los cerramientos

Antes de describir los componentes de los cerramientos que conforman nuestra envolvente térmica vamos a definir dicha envolvente.

La definición de en envolvente engloba a todos los cerramientos del edificio, pero, a efectos de cálculo de la demanda energética se considerará la denominada envolvente térmica que incluye a todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez, estén en contacto con el ambiente exterior.

Para una mejor comprensión denominaremos cada espacio con la siguiente nomenclatura:



Las superficies construidas del edificio al que nos referimos son las siguientes:

Espacio	Superficie(m2)	Perfil de uso
E01	17,50	No habitable
E02	37,58	habitable
E03	7,50	habitable
E04	11,02	habitable
E05	17,49	habitable
E06	12,99	No habitable
E07	20,14	No habitable
E08	88,90	Habitable
S planta	213,12	

Podemos decir que el edificio cuenta con los siguientes cerramientos:

cerramientos	Superficie (m2)
fachadas	181,2
cubiertas	213,12
suelos	213,12
Particiones interiores verticales	219,9
huecos	64,85

Cuyas superficies se desglosan a continuación, por espacios y orientaciones.

Fachadas exteriores

espacio	S(m2)	altura(m)	L Orientación N(m)	L orientación S(m)	L orientación E(m)	L orientación O(m)
E01	17,5	3,72	6,295	6,295	2,78	2,78
E02	37,5	3,72	5,274	2,784	7,11	4,098
E03	7,5	3,72	2,490	2,490	3,012	3,012
E04	11,02	3,72	2,908	2,91	3,79	3,79
E05	17,49	3,72	3,294	3,29	5,31	5,31
E06	12,99	3,72	2,446	2,45	5,31	5,31
E07	20,14	3,72	3,793	3,79	5,31	5,31
E08	88,9	3,72	12,121	7,47	2,27	1,29
ST(m2)			213,12			

Huecos

espacio	S (m2)	S orientación N(m²)	S orientación S (m²)	S orientación E (m²)	S orientación O (m²)
E01	17,5	5,85	0	0	2,585
E02	37,5	4,91	2,589	6,612	0
E03	7,5	0,00	0	0	0
E04	11,02	0	2,70	0	0
E05	17,49	0	3,06	0	0
E06	12,99	0	2,28	0	0
E07	20,14	0	3,53	0	4,938
E08	88,9	11,272	6,94	6,33	1,200
S hueco		22,03	21,10	12,95	8,723
St huecos (m2)		64,8024			

En la siguiente tabla podemos observar las distintas superficies que conforman los muros exteriores una vez extraída la superficie correspondiente a los huecos.

Fachadas exteriores

espacio	S(m2)	altura(m)	S orientación N(m2)	S orientación S(m2)	S orientación E(m2)	S orientación O(m2)
E01	17,5	3,72	17,563			7,76
E02	37,5	3,72	14,715	7,768	19,8369	
E03	7,5	3,72		3,720		
E04	11,02	3,72		8,112		
E05	17,49	3,72		9,190		
E06	12,99	3,72		6,825		
E07	20,14	3,72		10,582		14,81
E08	88,9	3,72	33,82	20,83	2,11	3,60
St fachadas(m2)			66,10	67,03	21,95	26,1702
St fachadas(m2)			181,2384			

Obsérvese que no se han considerado los muros que corresponden a particiones interiores, solo aquellos que se consideran fachadas exteriores.

De igual forma calculamos la superficie que corresponde a las particiones interiores

Particiones interiores verticales

espacio	S (m2)	orientación N(m2)	orientación S(m2)	orientación E(m2)	orientación O(m2)
E01	17,5		23,417	10,342	
E02	37,5				15,244
E03	7,5	9,26	5,5428	11,205	11,205
E04	11,02	10,82		14,099	14,099
E05	17,49	12,25		19,753	19,753
E06	12,99	9,10		19,753	19,753
E07	20,14	14,11		19,753	
E08	88,9				
	S PI(m2)	55,54	28,960	55,398	80,054
	St PI (m2)	219,955			

Los valores en rojo son particiones que se han considerado en el espacio colindante.

A continuación consideramos solo aquellos cerramientos que limitan los espacios habitables con el exterior y aquellas particiones interiores entre los espacios habitables y los no habitables que a su vez colindan con el exterior.

Los espacios no habitables no serán objeto de estudio, por lo que las superficies útiles serán:

Espacios habitables	Superficie(m2)
E02	37,58
E03	7,5
E04	11,02
E05	17,49
E08	88,9
S planta	162,5

Fachadas exteriores

espacio	S espacio(m2)	altura(m)	S fachada N(m2)	S fachada S(m2)	S fachada E(m2)	S fachada O(m2)
E01	17,5	3,72	17,563			7,76
E02	37,5	3,72	14,715	7,768	19,8369	
E03	7,5	3,72		3,720		
E04	11,02	3,72		8,112		
E05	17,49	3,72		9,190		
E06	12,99	3,72		6,825		
E07	20,14	3,72		10,582		14,81
E08	88,9	3,72	33,82	20,83	2,11	3,60
		S útil	48,532	49,618	21,95	3,60
Sutil total(m2)			123,697			

Los espacios marcados en rojo son considerados No Habitables por lo que sus muros exteriores no entran dentro del cálculo de superficie útil.

Cubierta

espacio	S(m2)	altura(m)	L fachada N(m)	L fachada S(m)	L fachada E(m)	L fachada O(m)
E01	17,5	3,72	6,295	6,295	2,78	2,78
E02	37,5	3,72	5,274	2,784	7,11	4,098
E03	7,5	3,72	2,490	2,490	3,012	3,012
E04	11,02	3,72	2,908	2,91	3,79	3,79
E05	17,49	3,72	3,294	3,29	5,31	5,31
E06	12,99	3,72	2,446	2,45	5,31	5,31
E07	20,14	3,72	3,793	3,79	5,31	5,31
E08	88,9	3,72	12,121	7,47	2,27	1,29
ST			213,62			
S t útil(m2)			162,99			

Suelos

La superficie útil de los suelos es igual a la de la cubierta.

Particiones interiores verticales

Solo se consideran aquellas que limitan los espacios habitables con los no habitables que a su vez limitan con el exterior .Las particiones verticales no consideradas serán las marcadas en amarillo

espacio	S(m2)	S orientación N(m2)	S orientación S(m2)	S orientación E (m2)	S orientación O(m2)
E01	17,5		23,417	10,342	
E02	37,5				15,244
E03	7,5	9,26	5,5428	11,205	11,205
E04	11,02	10,82		14,099	14,099
E05	17,49	12,25		19,753	19,753
E06	12,99	9,10		19,753	19,753
E07	20,14	14,11		19,753	
E08	88,9				
	S PI(m2)	55,54	28,960	55,398	80,054
	St PI (m2)	219,955			
	Sutil(m2)	76,722			

Huecos

espacio	S espacio(m2)	S huecos N(m²)	S huecos S (m²)	S huecos E (m²)	S huecos O (m²)
E01	17,5	5,85	0	0	2,585
E02	37,5	4,91	2,589	6,612	0
E03	7,5	0,00	0	0	0
E04	11,02	0	2,70	0	0
E05	17,49	0	3,06	0	0
E06	12,99	0	2,28	0	0
E07	20,14	0	3,53	0	4,938
E08	88,9	11,272	6,94	6,33	1,200
	S hueco	22,03	21,10	12,95	8,723
	St huecos (m2)	64,8024			
	Sutil	16,18	15,30	12,95	1,200
	St útil(m2)	45,622			

Considerando esto, nos queda que las superficies útiles de nuestro edificio son las que se muestran a continuación:

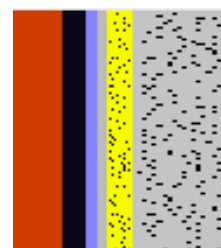
Cerramientos	S útil (m2)
Fachadas	123,69
Cubierta	162,9
Suelo	162,9
Particiones interior verticales	76,22
Huecos	45,62

A continuación, se definirán los distintos cerramientos que conforman la envolvente térmica y los materiales que componen a cada uno de ellos.

La envolvente térmica de nuestro edificio queda definida de la siguiente manera:

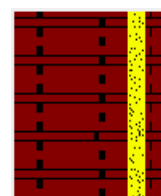
Cubierta plana no transitable: cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,070	2,000	1450
2	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100
3	Cloruro de polivinilo (PVC)	0,002	0,170	1390
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0,015	0,550	1125
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	0,040	0,034	38
6	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,140	2,300	2400



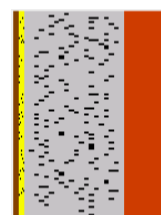
Cerramiento de fachada: comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,240	1,030	2140
2	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,040	0,029	30
3	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,060	0,432	930
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150



Solera comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable. En nuestro caso, los suelos están en contacto con el terreno

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Frondosa de peso medio 565 < d < 750	0,020	0,180	660
2	Polietileno alta densidad (HDPE)	0,001	0,500	980
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	0,020	0,034	38
4	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,300	2,300	2400
5	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,150	2,000	1450



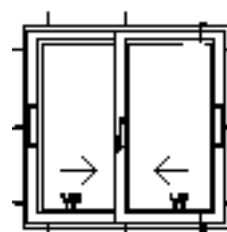
Particiones interiores: comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos. Nuestro edificio solo cuenta con particiones verticales.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,026	0,250	825
2	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm			
3	MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0,020	0,031	40
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,026	0,250	825



Huecos: son el conjunto de ventanas y puerta

- Grupo vidrio: monolítico
- Grupo marco: Metálicos
- % cubierto por el marco: 10 %.
- Factor Solar: 0,85.
- Tipo: corredizas



4. NORMATIVA APLICABLE SOBRE EL USO EFICIENTE DE ENERGIA EN EDIFICIOS

La actual política energética de la Unión Europea tiene como objetivo alcanzar:

- La reducción de un 20% del consumo de energía final en el año 2020.
- Que el 20% de la energía final consumida en la Unión Europea en 2020 provenga de fuentes de energías renovables.
- La reducción de un 20% de los gases de efecto invernadero.

Para lograr estas metas, el parlamento y la Comisión Europea han estado aprobando desde el principio del 2000 un conjunto normativo dirigido a los principales sectores de producción y consumo de energía.

La Directiva 2002/91/CE es la normativa marco de la Unión Europea que establece los requisitos obligatorios que deben cumplir los edificios en materia de ahorro y eficiencia energética.

La Directiva 2002/91/CE es la primera norma europea que aborda íntegramente el problema del consumo energético de los edificios. Ha sido de gran importancia en el sector de la edificación de la UE ya que ha obligado a todos los Estados miembros a

cambiar su normativa de edificación introduciendo, por primera vez, las siguientes medidas:

- Establecimiento de los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los edificios europeos en materia de aislamiento térmico e instalaciones térmicas y lumínicas
- Obligación a los promotores de edificios de indicar la calificación energética de un edificio mediante un método de cálculo donde se estimen las variables energéticas del edificio para, posteriormente, ponerlo en conocimiento del comprador o usuario
- Verificación de la calificación energética de los edificios mediante un proceso titulado por la Administración Pública denominado *procedimiento de certificación de eficiencia energética*
- Realización de inspecciones periódicas a las instalaciones térmicas de los edificios

Su transposición al ordenamiento jurídico español se ha realizado a través de tres reales decretos:

- **Real Decreto 314/2006**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- **Real Decreto 1027/2007**, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones Térmicas de edificios (RITE), modificado por el Real Decreto 1826/2009
- **Real Decreto 47/2007**, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética en edificios de nueva construcción.

A fecha del 2010 la práctica totalidad de los Estados miembros de la Unión Europea ya han incorporado en sus normativas las medidas de la Directiva 2002/91/CE (España lo hizo en 2007) y, por tanto, sus objetivos ya están cumplidos; de ahí que Europa haya pasado a una segunda fase para seguir mejorando la eficiencia energética de los edificios y el ahorro de energía. Las nuevas medidas que entran en vigor se recogen en la Directiva 2010/31/CE.

Estas son las novedades de eficiencia energética que introduce la Directiva 2010/31/CE:

- Se deberán cumplir nuevos requisitos de eficiencia energética mucho más restrictivos
- Se amplía la información que deben incluir los certificados de eficiencia energética que se proporcionan a los usuarios y compradores. Asimismo, se extiende el uso obligatorio de la etiqueta de eficiencia energética en edificios.
- El 31 de diciembre de 2018 todos los edificios de propiedad u ocupación pública deben ser de consumo energético casi nulo.
- El 31 de diciembre de 2020 todos los edificios europeos de nueva construcción deberán ser de consumo de energía casi nulo.
- Estimulación de medidas para que los edificios ya construidos realicen reformas necesarias para convertirse en edificios de consumo energético casi nulo entre 2015-2020

Considerando todo lo anterior, se actualiza el Documento Básico del CTE DB-HE relativo al ahorro energético y se transpone parcialmente al ordenamiento jurídico español, la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, en lo relativo a los requisitos de eficiencia energética de los edificios, y mediante el Real Decreto 235/2013, del 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, se incorpora al derecho español la regulación de la certificación de eficiencia energética de edificios prevista en la Directiva 2010/31/UE.

4.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la Disposición adicional segunda de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (LOE).

Su contenido se divide en dos partes; parte I y parte II. En la parte I se agrupan en seis apartados las exigencias básicas que deben cumplir los edificios para garantizar los requisitos de seguridad y habitabilidad de la edificación.

En la parte II se incluyen seis normas técnicas, denominadas *Documentos Básicos*.

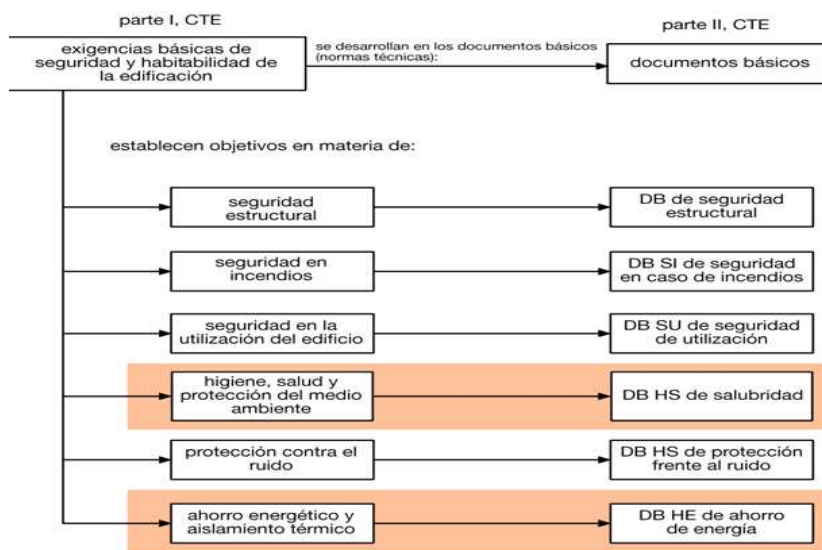


Figura 4. Correspondencia entre las exigencias básicas del CTE y los documentos básicos que las desarrollan.

Se colorean en naranja los documentos básicos que deben ser utilizados para diseñar la envolvente térmica del edificio

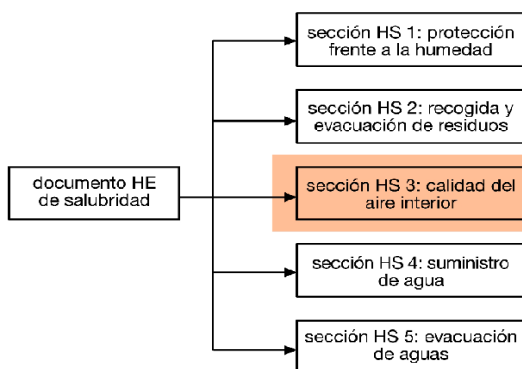


Figura 5. Secciones del Documento Básico Salubridad

La única sección aplicable a la envolvente del edificio es la HS 3 “Calidad del aire interior”. La sección HS 3 “Calidad del aire interior” regula la ventilación de los espacios interiores en función de su ocupación.

El Documento Básico HE, ahorro de energía, es la norma que regula las disposiciones técnicas que deben reunir un edificio en materia de ahorro y eficiencia energética. A su vez, se compone de cinco normas técnicas de aplicación directa:

- ❖ Documento Básico HE1.Limitación de la demanda energética.
- ❖ Documento Básico HE2.Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- ❖ Documento Básico HE3.Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- ❖ Documento básico HE4. contribución solar mínima de ACS
- ❖ Documento Básico HE5 .Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

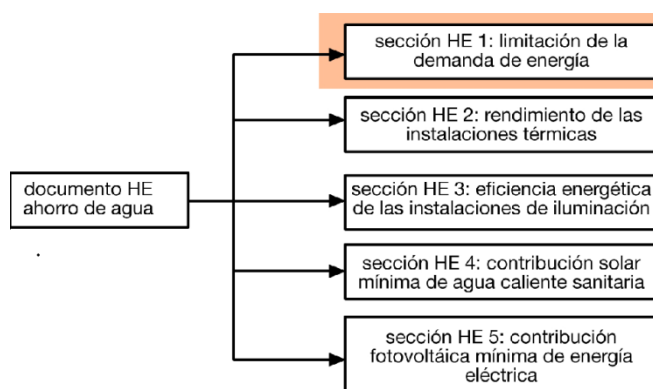


Figura 6. Secciones del Documento Básico HE Ahorro de energía

El DB HE1. *Limitación de la demanda energética*, establece indicaciones para que el aislamiento del edificio contribuya al ahorro y eficiencia energética pero, su aplicación no afecta a las instalaciones de los edificios.

La comprobación de la limitación de la demanda energética que exige la sección HE1 puede realizarse mediante dos métodos:

- Opción Simplificada: es un procedimiento de cálculo que determina el cumplimiento de los parámetros característicos de los elementos que forman la envolvente térmica del edificio en los siguientes aspectos:
 - ✓ Verificación de que los cerramientos y huecos, tanto a nivel individual como en su conjunto, no superen los valores límites de transmitancia térmica establecidos en las tablas 2.1 y 2.2 de la sección HE1.
 - ✓ Comprobación de la ausencia de condensaciones intersticiales y superficiales.
 - ✓ Acreditación de que la permeabilidad del aire de las carpinterías de puertas y ventanas no superen los valores máximos de filtración establecidos para la zona climática donde se ubique el edificio.
- Opción general: se utiliza un programa informático acreditado por la administración como documento reconocido. Por defecto se utilizará el programa LIDER (Limitación de la Demanda Energética).

4.1.1 Opción simplificada

No todos los edificios pueden someterse al procedimiento de la opción simplificada, sino aquellos que cumplan las siguientes condiciones:

1. Que el porcentaje de huecos de la fachada no superen el 60% del total en ninguna de ellas.
2. Que las superficies de lucernarios en las cubiertas del edificio no superen el 5% de la superficie total de las mismas.

1.verificacion de %maximos de huecos				
orientacion	Sfachadas(m2)	Shueco(m2)	%ocupado hueco	%ocupado fachada
norte	48,55	16,18	25,000	37,211
sur	52,15	17,38	25,000	39,970
este	21,95	12,95	37,100	20,060
oeste	3,60	1,20	25,000	2,759
St(m2)	126,24			

Como se puede observar, en ninguna orientación el porcentaje de huecos en la fachada supera el 60% de ella.

Nuestra cubierta no cuenta con lucernarios, por lo que estamos en disposición de poder aplicar la opción simplificada.

El procedimiento de aplicación mediante la opción simplificada es el siguiente:

- a) determinación de la zona climática
- b) clasificación de los espacios del edificio
- c) definición de la *envolvente térmica* y cerramientos
- d) comprobación del cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire establecidas en carpinterías de los huecos y lucernarios de la *envolvente térmica*.
- e) cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de los *cerramientos y particiones interiores* según el apéndice E del DBHE1
- f) limitación de la demanda energética:
 - i) comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los *cerramientos y particiones interiores* que conforman la *envolvente térmica* es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1
 - ii) cálculo de la media de los distintos parámetros característicos
 - iii) comprobación de que los parámetros característicos medios de la zona son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2

4.1.1.1 Cálculo de los parámetros característicos de la demanda

En primer lugar, se va a verificar si los cerramientos cumplen con los valores límites de transmitancias establecidos.

A efectos de cálculo de la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente térmica del edificio se distinguen cuatro situaciones:

1. Cerramiento en contacto con el aire exterior
2. Cerramiento en contacto con el terreno
3. Cerramiento entre espacios habitables y no habitables
4. huecos

Se calcularán la transmitancia térmica de los distintos cerramientos de acuerdo con el procedimiento descrito en los Anexos, Volumen B: Metodología, para posteriormente compararlos con los valores máximos establecidos en las tablas 2.1 de la sección HE1, en función de la zona climática donde se ubique el edificio.

TRANSMITANCIA TERMICA CERRAMIENTOS						
TIPO CERRAMIENTO	NOMBRE	ESPESOR (m)	MATERIAL	$\lambda(w/mK)$	$R(m^2K/w)$	$U(W/m^2K)$
cerramiento contacto exterior	cubierta plana		aire exterior flujo ascendente		0,04	
		0,07	arena y grava	2	0,035	
		0,035	betún fieltro o lamina	0,23	0,152	
		0,02	cloruro polivinilo	0,17	0,118	
		0,015	mortero de cemento o cal	0,55	0,027	
		0,04	XPS	0,034	1,176	
		0,14	Hormigon armado	2,3	0,061	
			aire interior flujo ascendente		0,1	
			Rtotal		1,709	
			Uc			0,585
	fachada		aire exterior flujo horizontal		0,04	
		0,24	1 pie LM metrico o catalan	1,03	0,233	
		0,04	EPS	0,029	1,379	
		0,06	Tabicon LH doble	0,432	0,139	
		0,015	enlucido Yeso	0,57	0,026	
			aire interior flujo horizontal		0,13	
			R total		1,948	
			Um			0,513
cerramiento entre espacios H Y NH	particion interior		particion interior vertical flujo horizontal		0,13	
		0,02	placa yeso laminado	0,25	0,08	
		0,02	camara de aire sin ventilar		0,18	
		0,02	MW Lnana mineral	0,031	0,65	
		0,02	placa yeso laminado	0,25	0,08	
			particion interior vertical flujo horizontal		0,13	
			Rtotal		1,25	
			Ub			0,80
			Aiu/Aue		1	
			b caso 1(no aislado-aislado))		0,94	
			Upi			0,755
	solera	0,02	frondosa de peso medio	0,14	0,14	
		0,001	polietileno alta densidad	0,5	0,002	
		0,02	XPS	0,034	0,6	
		0,3	hormigon armado	1,2	0,25	
		0,15	arena y grava	1,3	0,12	
			R total		1,098	
			U s			0,85
Huecos	hueco	vidrio	vidrio monolitico			
			UHV			5,7
		marco	metalico			
			UHM			5,7
			FM	0,1		
			Uh			5,7
	factor solar hueco	α	absortividad marco(gris claro)	0,7		
		g	factor solar vidrio	0,85		
			Fsh	0,7810		

4.1.1.2. Cálculo de los parámetros característicos medios

Se obtendrá el valor medio de los parámetros característicos de cada conjunto de cerramiento. El valor medio se obtiene mediante la ponderación de las transmitancias en función del área que ocupan. Una vez determinados los valores medios, se compararán con los valores medios límites de la tabla 2.2 en función de la zona climática.

FICHA 1 CALCULO DE LOS PARAMETROS CARACTERISTICOS MEDIOS						
ZONA CLIMATICA		D3 BAJA CARGA INTERNA				
MUROS(UM)	TIPO ELEMENTO	A(m2)	TRANSMITANCIA U(W/m2k)	U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
N	muro contacto exterior	48,532	0,513		ΣA	71,74
	muro contacto espacio NH	9,10	0,755	24,920	$\Sigma A*U$	42,44
	muro contacto espacio NH	14,11	0,755	6,870	$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,59
				10,651		
S	muro contacto exterior	49,618	0,513		ΣA	73,04
	muro contacto espacio NH	23,417	0,755	25,477	$\Sigma A*U$	43,16
				17,678	$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,59
E	muro contacto exterior	21,95	0,513		ΣA	32,29
	muro contacto espacio NH	10,342	0,755	11,270	$\Sigma A*U$	19,08
				7,807	$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,59
O	muro contacto exterior	3,60	0,513		ΣA	23,35
	muro contacto espacio NH	19,753	0,755	1,848	$\Sigma A*U$	16,76
				14,912	$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,72
SUELOS (USm)	TIPO ELEMENTO	A(m2)	TRANSMITANCIA U(W/m2k)	U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
	suelo apoyado terreno	162,5	0,85	138,125	ΣA	162,5
					$\Sigma A*U$	138,13
					$USm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,85
CUBIERTA(Ucm)	TIPO ELEMENTO	A(m2)	TRANSMITANCIA U(W/m2k)	U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
	cubierta contacto aire	162,5	0,585	95,061	ΣA	162,5
					$\Sigma A*U$	95,06
					$Ucm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,58
HUECOS	TIPO ELEMENTO	A(m2)	TRANSMITANCIA U(W/m2k)	U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
N	Ve08N	11,272	5,7	64,252	ΣA	16,177
	ve02N	4,91	5,7	27,959	$\Sigma A*U$	92,21
					$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	5,7

ORIENTACION	TIPO	A(m2)	U(W/m2k)	F	A*U	A*F(m2)	RESULTADOS	
S	VE05	3,06	5,7	0,781	17,460	2,392	ΣA	15,30
	VE04	2,70	5,7	0,781	15,413	2,112	$\Sigma A*U$	87,21
	VE08S	6,94	5,7	0,781	39,573	5,422	$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	5,7
	VE02S	2,589	5,7	0,781	14,759	2,022	$FHm=\Sigma A*F/\Sigma A$	0,78
							ΣA	12,95
E	VE02E	6,612	5,7	0,781	37,690	5,164	$\Sigma A*U$	73,790
	Puerta acce	6,33	5,7	0,781	36,100	4,946	$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	5,7
							$FHm=\Sigma A*F/\Sigma A$	0,78
O	VE08O	1,200	5,7	0,781	6,838	0,937	ΣA	1,200
							$\Sigma A*U$	6,838
							$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	5,7
							$FHm=\Sigma A*F/\Sigma A$	0,781

4.1.1.3 Verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda. Fichas justificativas

A continuación se procede a la verificación de que los cerramientos y huecos, tanto a nivel individual como en conjunto, no superan los valores límites de transmitancias establecidos en las tablas 2.1 y 2.2 del HE1. Esta verificación se procede con la cumplimentación de las siguientes fichas:

ficha 2					
ZONA CLIMATICA			D3		BAJA CARGA INTERNA
FICHA 2			CONFORMIDAD- DEMANDA ENERGETICA		
CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES DE LA ENVOLVENTE TERMICA			U MAX proyecto		UMAX
Muros de fachada			0,513	≤	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno				≤	0,86
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables			0,755	≤	0,86
Suelos			0,85	≤	0,64
Cubiertas			0,585	≤	0,49
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios			5,7	≤	3,5
Medianerías				≤	1

U máx. proyecto corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicadas en el proyecto.

U máx. corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

Cerramientos y particiones interiores	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D	Zonas E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

(2) Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m² K

(Tabla 7, fuente: tabla 2.1 CTE-DB-HE1)

Como podemos observar tanto los suelos, como la cubierta y los huecos no cumplen con los valores máximos permitidos.

FICHA 1

MUROS DE FACHADA	UMm	U M lim
N	0,59 ≤	0,66
S	0,59 ≤	
E	0,59 ≤	
O	0,59 ≤	

HUECOS orientacion	Uhm		UH LIM	FHm		FHLIM
N	5,7	≤	2,5			
S	5,7	≤	2,9	0,781	>	0
E	5,7	≤	3,5	0,781	≤	0,49
O	5,7	≤	3,5	0,781	>	0

SUELOS			CUBIERTAS		
Usm		US lim	Ucm		Uc lim
0,85	≤	0,49	0,58	≤	0,38

Donde se comparan los parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1 con los valores límites de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2

ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Lim}: 0,28$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U _{Hlim} W/m²K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

(Tabla 8, fuente: tabla 2.2 CTE-DB-HE1)

Los huecos, suelos y cubiertas no cumplen los valores límites, al igual que el factor solar del hueco.

Se debe rediseñar los cerramientos afectados en la ficha, aumentando su resistencia térmica, o lo que es lo mismo, disminuyendo su transmitancia.

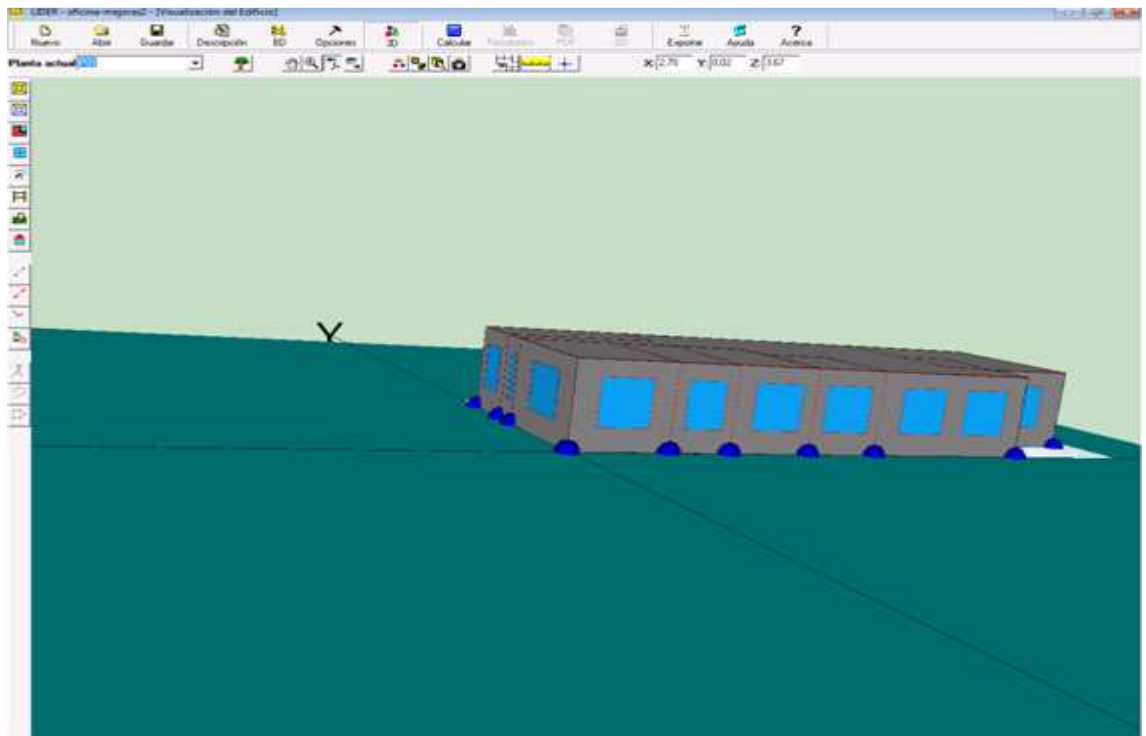
4.1.2. Opción General

La otra posibilidad para acreditar el cumplimiento de la limitación de la demanda energética es a través de la opción general que exige la utilización de un programa informático acreditado por la Administración como documento reconocido. En el apartado 3.3 de la sección HE1 establece que, por defecto, se utilizará el programa LIDER aunque deja abierta la posibilidad de homologar otras aplicaciones informáticas.

El procedimiento para el modelizado y cálculo para la limitación de la demanda con LIDER es el siguiente:

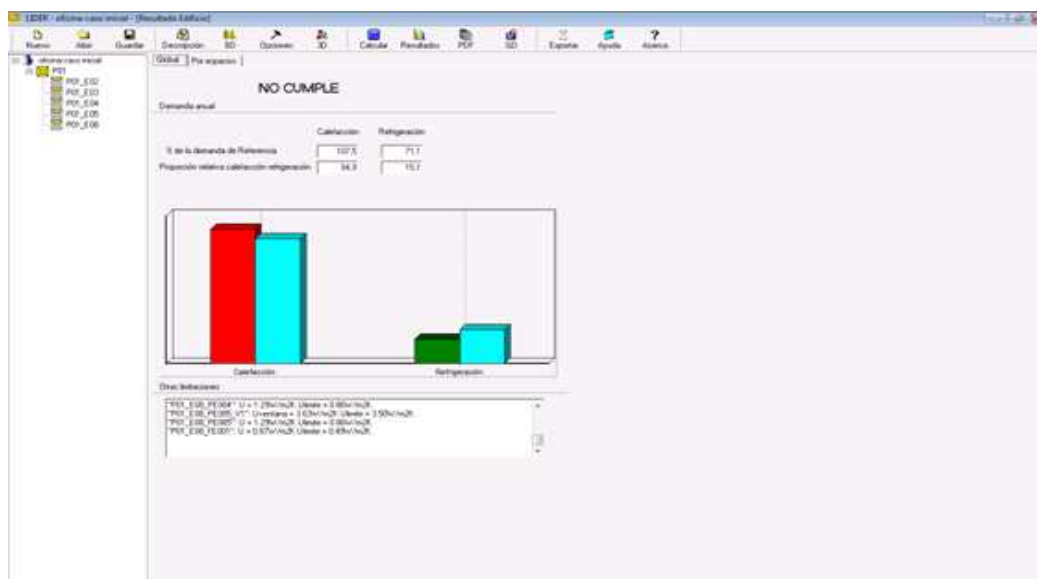
- **introducción de los siguientes datos:**
 - zona climática: D3
 - tipo de edificio: terciario
 - Orientación respecto al acimut: 0°
 - Clase higrométrica: 3
 - Datos del cliente y del proyectista
- **Descripción de los diferentes cerramientos y huecos de la envolvente térmica del edificio**
 - Con la ayuda de la base de datos se describirá la composición, espesores, conductividad. de fachadas, cubierta, suelo, ventanas y puerta del edificio.

- **establecimiento de los parámetros del plano de trabajo**
 - en esta fase se configura el espacio de dibujo (planta como los distintos espacios) y se le asigna las características generales de los elementos de construcción.
- **Asignación de los cerramientos generados en la fase anterior a las diferentes partes del edificio**
- **Modelizado del edificio**
- **Cálculo de la limitación de la demanda**
 - Se procede a verificar el cumplimiento de las prescripciones de las secciones HE1. Si el edificio no las cumple, se emitirá un informe donde se reflejan los defectos encontrados.



Este software se basa en un motor de cálculo que modeliza un edificio de referencia con las mismas características, orientación y ubicación que el edificio objeto y que

cumple con los requisitos mínimos de limitación de la demanda exigidos en la sección HE1.



Tras calcular el edificio, se muestra la comparación de la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con el de referencia, en porcentajes y en un diagrama de barras.

Como podemos observar la demanda de calefacción es superior al del edificio de referencia siendo la de refrigeración menor al de referencia, luego el edificio no cumple la normativa.

La barra dedicada al edificio de referencia se muestra en color azul mientras que la del edificio objeto es verde si cumple la normativa y roja cuando no.

En la parte inferior del formulario aparecen otras limitaciones impuestas por el CTE-HE1 que no cumple nuestro edificio objeto. En nuestro caso hay problema con los valores máximos de transmitancia de los cerramientos que se especifican en el cuadro de texto, siendo estos los referentes a la cubierta, suelo y huecos.

En la siguiente pantalla se refleja la información detallada para cada espacio que forma el edificio:

:

Espacios	m ²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P01_E02	36,5	1	100,0	107,0	100,0	89,0
P01_E03	7,7	1	90,1	87,1	18,2	43,0
P01_E04	9,7	1	83,6	97,4	66,4	77,1
P01_E05	16,4	1	78,6	84,4	54,9	94,9
P01_E08	88,1	1	93,7	100,2	58,0	107,1
Total	158,5					

Ademas de las superficies de dichos espacios y las veces que se repite cada uno de ellos, se muestra tanto para calefaccion como refrigeración lo siguiente:

1.El porcentaje del maximo valor hallado entre todos los espacios.El espacio con mayor demanda aparece con el numero 100 , el resto con el porcentaje respecto al valor maximo.Esta columna ayuda a identificar al espacio que tiene mayor contribucion a la demanda.Siendo el espacio 2 el que mas contribucion tiene tanto para calefaccion como para refrigeracion.

2.El porcentaje de la demanda respecto a la de referencia.Un valor superior a 100 indica una demanda superior a la de referencia.Como se puede observar el espacio 2 y 8 tienen una demanda de calefaccion superior a la del edificio de referencia.

5. MEDIDAS PASIVAS DE AHORRO ENERGETICO

Las medidas pasivas son aquellas que inciden reduciendo la demanda energética de los edificios existentes. Afectan a la envolvente térmica del edificio y a sus infiltraciones y renovaciones de aire.

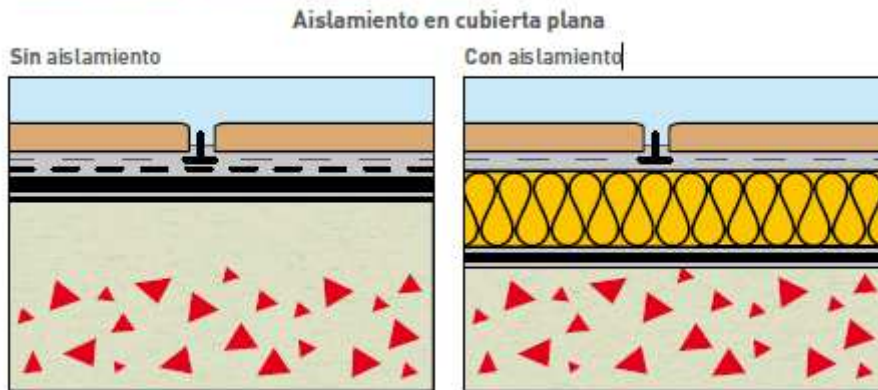
5.1 Aumento del nivel de aislamiento en cubiertas

Consiste en añadir una capa de aislamiento térmico a las cubiertas existentes con el objeto de reducir su transmitancia térmica. Resolver adecuadamente el techo de los edificios tiene una fuerte incidencia en las condiciones de confort de los usuarios (desde el punto de vista térmico) y de higiene de los espacios, ya que la presencia de condensaciones provoca un efecto directo sobre la salud de los usuarios: el agravamiento de ciertas manifestaciones alérgicas, asma bronquial, bronquitis asmático, etc.

Para la rehabilitación de cubiertas planas se recomienda esta medida, conformando una **cubierta plana invertida**, de forma que el aislante sirva para proteger la lámina

impermeabilizante. Al invertir las posiciones convencionales de impermeabilización y aislamiento térmico, la durabilidad de la impermeabilización aumenta notablemente.

Aislamiento por el exterior en cubiertas planas



Una cubierta invertida implica una exposición del aislamiento térmico a todas las inclemencias meteorológicas sin que por ello pueda perder su eficacia. Debe cumplir las siguientes exigencias: mínima absorción de agua por inmersión, resistencia a los ciclos de hielo y deshielo, y resistencia mecánica al manejo para su instalación y a las cargas a que se vea sometido durante y después de su instalación. Además debe ser imputrescible y tener buena resistencia al fuego.

La posición de la impermeabilización, bajo el aislante térmico, elimina cualquier riesgo de condensación intersticial ya que realiza la función de barrera de vapor.

El sistema permite instalar cualquier acabado: transitable, no transitable y cubierta verde, que realiza la función de protección que evita movimientos en las planchas de aislamiento térmico. Debido a la protección se tiene una sobrecarga en cubierta de más de 80 kg/m².

Métodos de instalación

- *Acabado no transitable*

Se empleará árido rodado, en granulometría 20-40 mm, lavado, y en espesor mínimo de 50 mm. Con 50 mm se aportan entre 80 y 100 kg/m² de sobrecarga que compensan el empuje, por flotabilidad, de las planchas de aislamiento. Si la grava contiene finos, se colocará encima del aislamiento un fieltro separador geotextil, imputrescible y permeable al agua, de 100 g/m² como mínimo (por ejemplo de poliéster). Así se evita que los finos se depositen en la membrana, dañándola, o que colmaten los sumideros.

- *Acabado transitable*

Las baldosas se dispondrán bien sobre una cama de arena, bien sobre soportes de manera que se forme una cámara ventilada

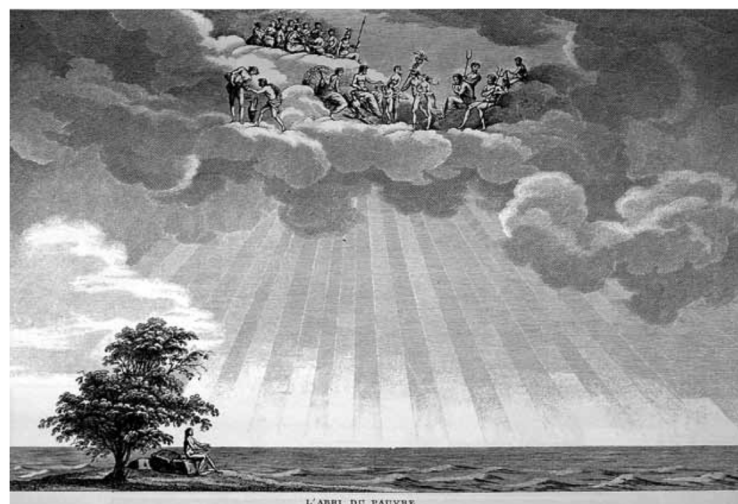
- *Acabado de cubierta verde extensiva*

Este sistema admite un acabado de cubierta verde extensiva, de poco espesor de la capa de tierra, para evitar aumentar el peso de la cubierta. Como norma general en España se empleará vegetación de plantas tipo *sedum* que requieren poco mantenimiento.



"El abrigo del pobre: Este inmenso universo que nos maravilla es la casa del pobre... Tiene por bóveda la celeste y comunica con la asamblea de los dioses... Sin embargo, el pobre pide una casa.... (Y) Sabe que cuando se emplean materiales durables, la arcilla del tiempo los cimenta..."

Ledoux, Claude Nicolás (1736-1806).



En el texto del propio Ledoux que acompaña a su grabado se hace referencia explícita al hecho básico de tener un techo propio, independientemente de la condición social y económica de la persona. De hecho, la arquitectura, ni siquiera la más humilde, no parece existir hasta que no nos proporciona un techo adecuado que nos pueda cobijar. Por ello el propio Ledoux se percató de la necesidad de construirlo con “materiales durables”, lo que redundará en la idea de protección, al tener seguridad de que se puede mantener en el tiempo, sin que quede al albur de los elementos y de la degradación y envejecimiento que puedan ocasionar

Para la selección del aislante y el espesor del mismo se recurrió a AIPEX (Asociación ibérica de poliestireno extruido)

El poliestireno extruido, por sus características técnicas, es el producto idóneo para este tipo de cubiertas, ya que ofrece las siguientes prestaciones:

- *El XPS es un aislante duradero.* Estudios realizados en rehabilitaciones de cubiertas invertidas permiten asegurar que el poliestireno extruido es un material durable que mantiene sus prestaciones a lo largo de toda la vida útil del edificio. En una cubierta invertida, donde el material aislante presenta un grado de exposición mayor que en otras soluciones constructivas, esta característica garantiza la funcionalidad del sistema desde el punto de vista térmico
- *El XPS es resistente a la acción del agua.* La mayoría de los aislantes térmicos pierden prestaciones cuando entran en contacto con el agua. El poliestireno extruido presenta grados prácticamente nulos de absorción de agua, ya sea por inmersión o por difusión por lo que el contacto con la misma no degrada sus propiedades térmicas. En la cubierta invertida el aislamiento está por encima de la impermeabilización, lo que va a hacer que el aislante se moje, por eso se necesita un material que aunque entre en contacto con el agua no merme sus propiedades, garantizando el aislamiento térmico de la cubierta en todas las situaciones.
- *Capacidad.* La estructura celular cerrada y el avanzado proceso tecnológico de producción confieren al poliestireno extruido el carácter aislante, de esta forma, conseguimos ahorrar energía en el edificio tanto en verano como en invierno evitando las pérdidas energéticas a través de la cubierta y consiguiendo:
 - Ahorro energético y económico
 - Confort térmico en el interior del edificio
 - Contribución a la protección del medio ambiente, el poliestireno extruido permite ahorros sustanciales en la climatización del edificio, ayudando a hacerlo sostenible.
 - Reducción de la emisión de contaminantes atmosféricos

- Aprovechamiento máximo de la superficie útil disponible. Al disponerse de materiales en la cara exterior de la cubierta, se pueden conseguir grandes aislamientos sin reducir la superficie interior.
- *Resistencia mecánica.* El poliestireno extruido ofrece unas elevadas prestaciones mecánicas, permitiendo a los paneles soportar elevadas cargas a compresión así como minimizar la fluencia del material en el caso de cargas permanentes. En una cubierta invertida, donde el acabado puede ser transitable o incluso en ocasiones tener tráfico rodado, el poliestireno extruido es el aislante recomendado ya que su resistencia a compresión de 250 a 700 kPa permite soportar las cargas que la cubierta vaya a tener sin que se produzca deformación alguna.
- *Resistencia a la temperatura y la deformación.* El poliestireno extruido es un material que puede utilizarse en un amplio margen de temperaturas; con un excelente rendimiento en los ciclos de hielo y deshielo, el XPS es capaz de soportar las inclemencias climatológicas sin perder sus propiedades, cualidad que lo hace aconsejable para las cubiertas invertidas donde el material aislante está expuesto a las inclemencias meteorológicas.
- *Protección del edificio.* El poliestireno extruido colocado como aislante en una cubierta invertida reduce la oscilación térmica del día y la noche, lo que conlleva la reducción de la fatiga a la que los materiales están sometidos debido a las dilataciones y contracciones, especialmente la impermeabilización. El XPS colocado en seco encima de la lámina impermeable proporciona protección a la misma, evitando la degradación que puede conllevar humedades.

Por todos estos motivos se decide rehabilitar la cubierta transformándola en una cubierta invertida usando el XPS como aislante, el espesor mínimo aconsejado por AIPEX en función de la zona climática y para el cumplimiento de la limitación de la demanda energética es el siguiente:



Provincia

Madrid

Altitud localidad (m)

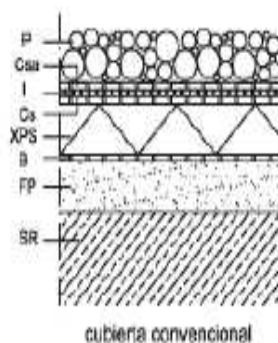
Capital (589 m.)

Aplicación

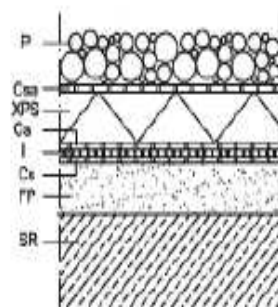
C.5.3. Cubierta Plana Invertida no transitable. No ventilada. Grava. Forjado unidireccional con elementos de entrevigado (bovedilla) de hormigón.

Espesor XPS

8 cm.



cubierta convencional

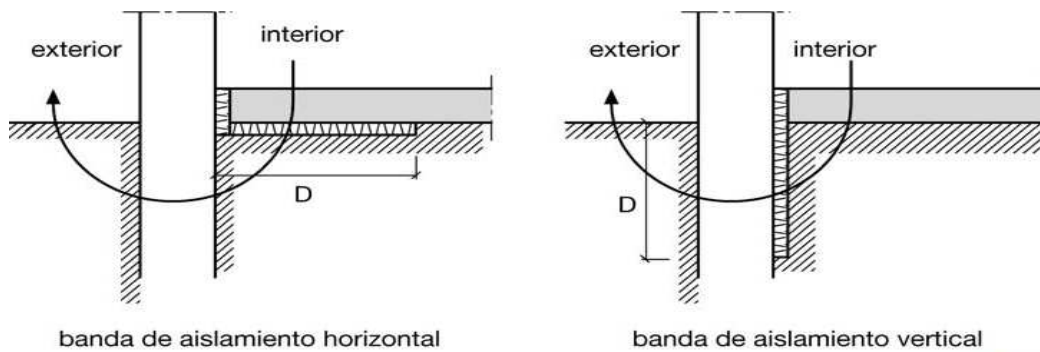


cubierta invertida

- P capa protección grava
- Cs capa separadora
- Csa capa separadora antipunzonante bajo protección
- XPS aislante poliestireno extruido
- FP formación pendientes de de hormigón
- I capa impermeabilización
- SR soporte resistente

5.2 Aislamiento en suelos

Se optó como medida de mejora para los suelos un aislamiento perimetral, en el cual la banda de aislamiento está formada por un material de baja conductividad térmica que se coloca generalmente en el primer metro de todo el perímetro de la solera en contacto con los muros exteriores, disminuyendo de esta forma el puente térmico a través del terreno. Los materiales más utilizados son las láminas de polietileno expandido no reticulado y las espumas rígidas de poliestireno (XPS).



De igual forma que en las cubiertas, se decide instalar como aislante el XPS cuyo espesor mínimo es de igual manera aconsejado por Aipex siendo éste el que se muestra a continuación .



Provincia

Madrid

Altitud localidad (m)

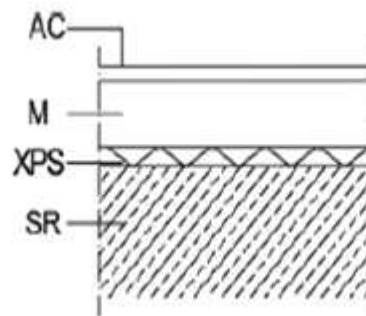
Capital (589 m.)

Aplicación

S. Suelos

Espesor XPS

6 cm.



AC	acabado
M	capa de mortero
XPS	aislante poliestireno extruido
SR	forjado o soporte resistente

5.3 Modificación de huecos en fachada

El hueco puede ser considerado como uno de los elementos más débiles desde el punto de vista del aislamiento térmico, permitiendo grandes fugas de calor en régimen de invierno y un exceso de aportes solares en régimen de verano que son necesarios compensar con gastos energéticos en calefacción o refrigeración, a fin de mantener los niveles de confort adecuados.

Las prestaciones térmicas del hueco estarán limitadas tanto por los materiales empleados como por su estado de conservación. El mal estado de los marcos, las sucesivas capas de pintura, descuadres y presencia de ranuras comprometen de tal forma la permeabilidad que las entradas de aire no deseado se traducen en cargas térmicas que es necesario compensar mediante consumos energéticos adicionales para evitar la pérdida de confort. Estos consumos adicionales conllevan inevitablemente mayores emisiones de CO₂ y aumento de la factura energética.

Dadas las características constructivas, su fácil intervención y la repercusión que este tiene sobre el aislamiento térmico de la envolvente del edificio, el cerramiento del hueco se presenta como el primer elemento a valorar técnica y económicamente a la hora de afrontar una rehabilitación térmica del edificio.

La intervención sobre los huecos, incorporando materiales de mejores prestaciones y correctamente instalados, es una de las mejores opciones por su rapidez, menores molestias para el usuario y un coste más eficaz.

Las principales ventajas de mejora de la eficiencia energética de la envolvente a través de la rehabilitación de huecos pueden ser:

- Reducción de la factura energética de cada usuario y consecuentemente del conjunto; lo que conlleva a la amortización de la intervención en los años posteriores a la misma.
- Mejora del confort térmico, a igualdad de consumo.
- Ayuda a la reducción de emisiones de CO₂ contribuyendo a la reducción de efecto invernadero y a la conservación del medio ambiente.
- Reducción de las entradas no deseadas de aire a través del cerramiento.
- Reducción de las condensaciones superficiales, interiores a la vivienda, y de aquellas patologías ligadas a las mismas
- Pueden alcanzarse mejoras en el comportamiento acústico cuando se eliminan marcos en mal estado.

- La actuación sobre el hueco puede realizarse gradualmente con intervención sucesiva sobre los distintos huecos de un edificio, por lo que el coste puede ser fraccionado.
- Esta intervención puede ser limpia y rápida en función de los elementos afectados.
- Esta rehabilitación de un edificio en bloque puede asumirse en términos individuales por el propietario de cada vivienda.
- Esta rehabilitación no supone una pérdida de la superficie útil de la vivienda.
- Puede ser aprovechada para recuperar la uniformidad de estética de las fachadas de un edificio.

Carpintería metálica con vidrios monolíticos

Nuestro edificio en una situación de partida contaba con este tipo de huecos. Esta carpintería ha sido ampliamente utilizada en los años 50 a 80 bajo diversas formas que van desde la carpintería de acero “Mondragón” hasta la ventanas correderas de aluminio en bruto, lacado o anodizado.

El acristalamiento instalado sobre este tipo de carpintería continuó siendo el vidrio monolítico, que junto con la carpintería de madera era la solución constructiva en los años 50 y anteriores, por lo que no aportaron mejoras en términos de aislamiento térmico.

Con estas carpinterías el sistema de apertura utilizado se reparte entre abatibles y correderas con una gran presencia de estas últimas cuando hablamos de aluminio debido a su menor peso. Normalmente cuentan con perfiles estrechos y alta superficie acristalada.

Térmicamente presentan un comportamiento poco aislante debido a la propia conductividad del material metálico y, en el caso de las correderas, a los cierres y mecanismos de deslizamiento que permiten la entrada de aire y las fugas de calor. En la actualidad existen carpinterías correderas de alta gama que minimizan este efecto.

Por otra parte, la alta conductividad del marco y vidrio favorece las condensaciones superficiales en la cara interior con las consecuentes patologías ligadas a humedades en metales y enlucidos interiores.

El uso reiterado, así como la facilidad de deformación del aluminio empleado normalmente en los mecanismos de las ventanas correderas, reduce significativamente el aislamiento ofrecido inicialmente. En estas carpinterías es

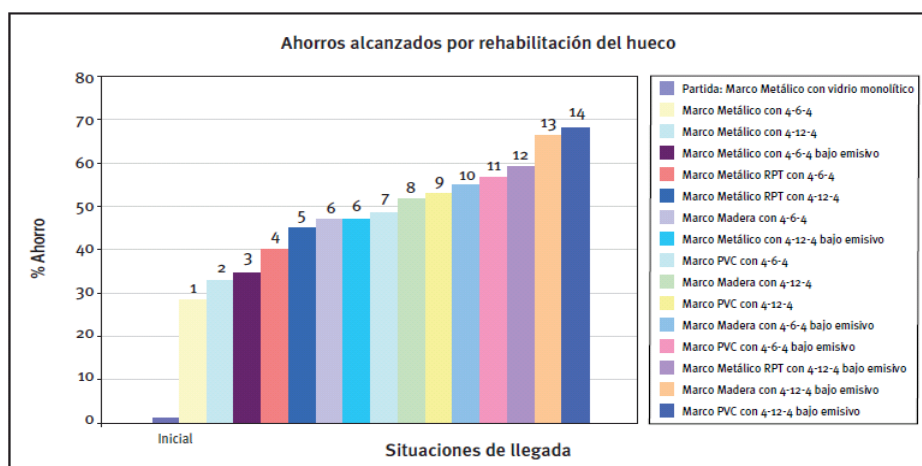
importante vigilar su correcta ejecución tanto en las uniones de los perfiles como en los sistemas de drenaje de las posibles infiltraciones de agua.

Considerando la situación de las carpinterías descritas típicas de los años 50 a 80 encontramos el caso en el que mayores ventajas pueden obtenerse mediante la sustitución de la ventana en su conjunto por otra cuyo marco presente menor U y dotándola de vidrio de baja emisividad. La situación de partida es la más desfavorable térmicamente y por tanto cualquier intervención supone mejora. Algunas carpinterías metálicas, cuya permeabilidad al aire es buena, permiten la sustitución de vidrios monolíticos por vidrio de baja emisividad. El impacto económico de esta intervención es muy reducido y permite alcanzar mejoras considerables en algunos casos.

A continuación se muestran algunas de las intervenciones que aportan mejoras en las prestaciones térmicas:

Situación	Acristalamiento	Espesor cámara	Carpintería	Pérdidas (*) (%)	Ahorro (**) (%)
Inicial	Vidrio monolítico	-	Metálica	100	0
1	Doble	6	Metálica	70	30
2	Doble	12	Metálica	65	35
3	Doble	6	Metálica RPT	61	39
3	Doble bajo emisivo	6	Metálica	61	39
4	Doble	12	Metálica RPT	56	44
5	Doble bajo emisivo	6	Metálica RPT	53	47
5	Doble	6	Madera	53	47
6	Doble bajo emisivo	12	Metálica	51	49
7	Doble	6	PVC	49	51
8	Doble	12	Madera	47	53
9	Doble	12	PVC	44	56
9	Doble bajo emisivo	6	Madera	44	56
10	Doble bajo emisivo	12	Metálico RPT	42	58
11	Doble bajo emisivo	6	PVC	40	60
12	Doble bajo emisivo	12	Madera	33	67
13	Doble bajo emisivo	12	PVC	30	70

(*) % de pérdidas energéticas a través del cerramiento tomando como referencia (100%) la situación inicial
 (**) % de ahorros (reducción de pérdidas energéticas) logrados a través del cerramiento respecto a la situación inicial
 Cálculos realizados para participación de 30% marco y 70% acristalamiento



Cuando se proyecte una rehabilitación térmica de los huecos de una edificación es recomendable:

- Informarse en cada CCAA sobre las ayudas y subvenciones que la administración pone a disposición de los usuarios para la rehabilitación (IDAE).
- Instalar vidrios bajo emisivos antes que aumentar el espesor de la cámara, ya que la reducción de U es mucho mayor y se evitan dobles imágenes por reflexión. Los vidrios de baja emisividad son siempre favorables en términos de reducción de transmitancia térmica ofreciendo mayor aislamiento frente a diferencia de temperaturas.
- Cualquier actuación de rehabilitación térmica sobre la parte ciega de la envolvente del edificio (muros de fachada) debe considerar la actuación simultánea sobre los huecos.
- Siempre es aconsejable optar por productos de marcas de calidad voluntarias que avalan la calidad del producto por terceras partes, así como ensayos sobre el producto y procedimientos de fabricación conforme con la normativa vigente.

Para la rehabilitación de nuestros huecos, entre los distintos tipos de vidrios, se decidió instalar vidrios de baja emisividad.

Vidrio de baja emisividad: se trata de vidrios monolíticos sobre los que se ha depositado una capa de óxidos metálicos extremadamente fina, del orden de nanómetros proporcionando al vidrio una capacidad de aislamiento térmico reforzado. Normalmente estos vidrios deben ir ensamblados en UVA (doble acristalamiento) ofreciendo así sus máximas prestaciones de aislamiento térmico.

En cuanto a la sustitución de la carpintería se decanta por la carpintería de PVC.

Las carpinterías de PVC, aunque están presentes en el mercado desde hace muchos años, han evolucionado significativamente y hoy en día nos ofrecen prestaciones y calidades muy superiores a las de sus inicios. En el mercado coexisten diferentes sistemas entre los que diferenciamos los de 2 y 3 cámaras. Como solución de rehabilitación térmica consideramos únicamente las últimas, ya que presentan un mejor comportamiento térmico.

Independientemente de las variantes estéticas suelen corresponder, como en el caso de las metálicas con RPT, a cerramientos dotados de UVAs banales o dotados de vidrios de baja emisividad.

Hoy por hoy, y dados los valores de transmitancia térmica de los marcos y su capacidad para alojar espesores elevados de cámara, las carpinterías de PVC de tres cámaras dotadas de UVAs que incluyan vidrios de baja emisividad constituyen los cerramientos con mejor comportamiento térmico.

5.4 Instalación de protecciones solares

Se entiende por protección solar a cualquier dispositivo fijo o móvil que impida total o parcialmente el paso de la radiación solar al interior de un local o habitación.

Tendremos así persianas, cortinas de enrollar, postigos, pantallas, parasoles, toldos y voladizos, entre otros. Otros elementos exteriores, como la vegetación de hoja caduca, también pueden producir sombra en los huecos en verano, dejando pasar el sol en invierno. Los tipos de protección más usuales son las protecciones fijas, móviles y orientables.

Su objetivo es reducir la demanda de energía mediante la mejora del uso que se hace de elementos de sombra asociados a superficies vidriadas. Los dispositivos externos de sombreado se incorporan en la fachada o envolvente térmica para limitar la demanda de refrigeración en condiciones climáticas de verano. Teniendo en cuenta que el soleamiento es a su vez una forma de aportar calor y reducir la demanda de calefacción en condiciones de invierno, un protector solar correctamente diseñado no debe penalizar este aporte solar en condiciones de invierno.

Para utilizar un elemento sombreador se debe estudiar la orientación del hueco o ventana donde se va a colocar, la geometría de los elementos constructivos relativos al cambio de la posición solar y la geografía de la localidad, así como el tiempo y la cantidad de radiación solar directa que puede traspasar el hueco en la edificación durante el año. Una buena orientación minimiza la carga solar en verano y la maximiza en invierno. Es conveniente una adecuada combinación de protecciones solares fijas y móviles que reduzcan esta carga, especialmente si las dimensiones o disposiciones de los huecos no son los óptimos, como puede suceder en los edificios a rehabilitar. Junto a todo esto no hay que olvidar los efectos de sombras que pueden crear los edificios contiguos, la vegetación y otras posibles.



Entre las distintas alternativas se decide colocar en las orientaciones este y oeste lamas móviles.

Los apantallamientos móviles son los que permiten una mejor interceptación de la radiación solar en cualquier orientación, ya que adaptan su posición y geometría a cada situación concreta. También permiten la captación flexible de la radiación solar directa en función de la época del año o la actividad que se vaya a desarrollar en el local a acondicionar. Es conveniente que estos protectores solares sean de buena calidad, ya que al estar situados a la intemperie van a ser continuamente atacados por el sol, la lluvia, el viento y las altas y bajas temperaturas.

En la orientación sur se decide instalar un toldo. Los toldos constituyen uno de los mecanismos más clásicos de

apantallamiento móvil exterior en España. Generalmente pueden ser verticales, horizontales o proyectados. Los dispositivos horizontales son recomendables para fachadas con orientación Sur, para asegurar la protección solar durante el final de la primavera, todo el verano y principio del otoño

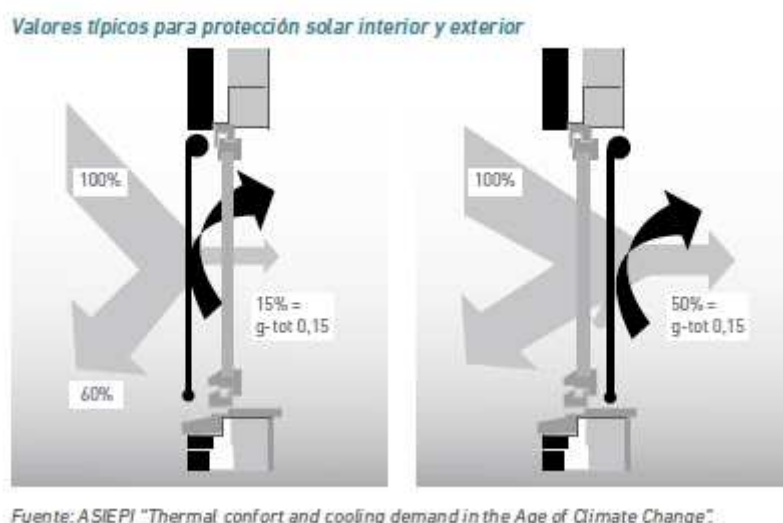
Protección interior: cortinas, contraventanas

Los arreglos interiores en ventanas, tales como cortinas, persianas interiores y pantallas, reducen las ganancias de calor al disminuir la cantidad de luz solar directa hacia el interior de los espacios. Sin embargo, estos elementos no trabajan tan eficientemente como las protecciones exteriores, debido a que el aire que circula entre el vidrio y el protector se calienta y, eventualmente, se transmite al interior del ambiente.

Adicionalmente, las protecciones interiores pueden reducir la temperatura interior, pues evitan el contacto de los rayos solares con los materiales de elevada masa térmica, como los forjados de hormigón. Las protecciones solares interiores protegen los muebles de la radiación directa. Estas protecciones solares se desarrollan en paralelo al vidrio y a poca distancia de éste, para formar una cámara de aire entre ambos que sirva para aumentar la resistencia térmica del hueco.

Cuando se emplean protecciones solares interiores se produce una reducción de la radiación solar directa incidente sobre los forjados y paramentos interiores, pero no se evita que la radiación atraviese el vidrio, iniciándose el efecto invernadero.

La efectividad que tienen estos elementos depende de la capacidad que tengan para reflejar el exceso de radiación solar antes de que esta sea absorbida y convertida en calor dentro de la edificación. Por lo tanto pueden eliminar solo la parte de energía radiante que pueda reflejarse y pasar a través del vidrio nuevamente.



La mejora de ganancia solar que se propone para invierno se basa en la eliminación de los posibles elementos de obstrucción, es decir:

- Reposicionar o eliminar si es posible las protecciones solares de forma que se incremente al máximo la radiación solar incidente. La reducción de las pérdidas por transmisión se obtienen cerrando/corriendo las eventuales persianas/cortinas durante la noche.
- Podando árboles que arrojan sombra o bien plantando árboles de hoja caduca.

Factor solar modificado

Un factor que debe verificarse de los huecos es la limitación del denominado factor solar modificado del hueco. Este factor depende de la existencia de sombras proyectadas por elementos constructivos de las fachadas y es importante a efectos de limitar la demanda energética en el ciclo de refrigeración. Se obtiene según la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1-FM) \times g + FM \times 0,04 \times U_m \times \alpha]$$

Dónde:

F_s , es el factor de sombra del hueco que depende de la orientación de la fachada y de las dimensiones geométricas del obstáculo de la fachada. (Tablas A1 *factores de sombra*, situadas en Anexos Volumen 1 tablas)

FM la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;

g : factor solar del vidrio. Es la relación entre energía solar que entra en el vidrio incidiendo en dirección normal y la que entraría si el vidrio fuera perfectamente transparente. Se obtiene en catálogos de materiales o mediante el procedimiento de la norma UNE EN 410:1998.

U_m : la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W/m^2 K$];

α : la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color (tabla situada en Anexos Volumen B: Metodología)

Como se ha comentado, para la rehabilitación de los huecos se decidió optar por vidrios bajo emisivos y carpintería de PVC. En cuanto a las protecciones solares se colocaron lamas móviles en las orientaciones este y oeste y un toldo en la fachada sur.

Siendo el factor solar modificado de los huecos rehabilitados para las distintas orientaciones los siguientes:

Huecos				
	vidrio		vidrio emisivo 4-12-4	
			UV	1,7
	marco		carpinteria PVC	
			UM	1,8
			FM	0,1
			UH	1,71
factor solar hueco				
	α		absortividad marco	0,4
	g		factor solar vidrio	0,4
	Fh		factor solar hueco	0,3629
factor solar modificado	OBSTACULO	ORIENTACION	FS	F
	toldo	S	0,050	0,018
	lama horizontal	E	0,45	0,163
	lama vertical	O	0,48	0,174

A continuación procederemos a disminuir las transmitancia de aquellos cerramientos que poseen una transmitancia superior a la permitida.

De igual forma que antes realizaremos la comprobación de estas transmitancias mediante la opción simplificada y la general

5.5. Cálculo de los parámetros característicos de la demanda mediante la opción simplificada

Se aplicarán las medidas vistas para el cumplimiento de la demanda

TRANSMITANCIA TÉRMICA CERRAMIENTOS						
TIPO CERRAMIENTO	NOMBRE	ESPESOR	MATERIAL	λ (w/mK)	R(m ² K/w)	U(W/m ² K)
cerramiento contacto exterior	cubierta plana		aire exterior flujo ascendente		0,04	
		0,07	arena y grava	2	0,035	
		0,003	betún fieltro o lamina	0,23	0,013	
		0,02	cloruro polivinilo	0,17	0,118	
		0,015	mortero de cemento o cal	0,55	0,027	
		0,08	XPS	0,034	2,353	
		0,14	Hormigon armado	2,3	0,061	
			aire interior flujo ascendente		0,1	
			Rtotal		2,747	
			Uc			0,364
cerramiento contacto exterior	fachada		aire exterior flujo horizontal		0,04	
		0,24	1 pie LM metrico o catalan	1,03	0,233	
		0,04	EPS	0,029	1,379	
		0,06	Tabicon LH doble	0,432	0,139	
		0,015	enlucido Yeso	0,57	0,026	
			aire interior flujo horizontal		0,13	
			R total		1,948	
			Um			0,513
cerramiento entre espacios H Y NI	particion interior		particion interior vertical flujo horizontal		0,13	
		0,02	placa yeso laminado	0,25	0,08	
		0,02	camara de aire sin ventilar		0,18	
		0,03	MW Lnana mineral	0,031	0,97	
		0,02	placa yeso laminado	0,25	0,08	
			particion interior vertical flujo horizontal		0,13	
			Rtotal		1,57	
			Ub			0,64
			Aiu/Aue		1	
			b caso 1(no aislado-aislado))		0,92	
cerramiento contacto terreno	solera		profundidad <0,5m, D=1			
		0,05	asilamiento termico XPS	0,034	1,47	
			Us			0,38
			primer metro de suelo			
			Uspm			0,80
Huecos	vidrio		vidrio emisivo 4-12-4			
			UV			1,7
	marco		carpinteria PVC			
			UM			1,8
			FM	0,1		
			UH			1,71
	factor solar hueco					
		α	absortividad marco	0,4		
		g	factor solar vidrio	0,4		
		Fh	factor solar hueco	0,3629		
factor solar modificado	OBSTACULO	ORIENTACION	FS	F		
	toldo	S	0,050	0,018		
	lama horizontal	E	0,45	0,163		
	lama vertical	O	0,48	0,174		

5.6. Cálculo de los parámetros medios característicos mediante Opción Simplificada

FICHA 1						
ZONA CLIMATICA		D3		BAJA CARGA INTERNA		
MUROS(UM)	TIPO ELEMENTO	A(m2)	U(W/m2k)	TRANSMISION U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
N	muro contacto exterior	48,532	0,513	24,920	ΣA	71,74
	muro contacto espacio NH	9,10	0,587	5,340	$\Sigma A*U$	38,54
	muro contacto espacio NH	14,11	0,587	8,280	$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,54
S	muro contacto exterior	49,618	0,513	25,477	ΣA	73,04
	muro contacto espacio NH	23,417	0,587	13,742	$\Sigma A*U$	39,22
					$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,54
E	muro contacto exterior	21,95	0,513	11,270	ΣA	32,29
	muro contacto espacio NH	10,342	0,587	6,069	$\Sigma A*U$	17,34
					$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,54
O	muro contacto exterior	3,60	0,513	1,848	ΣA	23,35
	muro contacto espacio NH	19,753	0,587	11,592	$\Sigma A*U$	13,44
					$UMm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,58
SUELOS (USM)	TIPO ELEMENTO	A(m2)	U(W/m2k)	TRANSMISION U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
	suelo apoyado terreno	162,5	0,38	61,75	ΣA	162,5
					$\Sigma A*U$	61,75
					$USm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,38
CUBIERTA(Ucm)	TIPO ELEMENTO	A(m2)	U(W/m2k)	TRANSMISION U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
	cubierta contacto aire	162,5	0,364	59,160	ΣA	162,5
					$\Sigma A*U$	59,16
					$Ucm=\Sigma A*U/\Sigma A$	0,36
HUECOS(Uhm)	TIPO ELEMENTO	PERFICIE A(m2)	TRANSMISION U(W/m2k)	TRANSMISION U*A	RESULTADO POR ORIENTACION	
N	Ve08N	11,272	1,71	19,276	ΣA	16,177
	ve02N	4,91	1,71	8,388	$\Sigma A*U$	27,66
					$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	1,71

HUECOS(Uhm)	TIPO	A(m2)	U(W/m2k)	F	A*U	A*F(m2)	RESULTADOS	
S	VE05	3,06	1,71	0,018	5,238	0,056	ΣA	15,30
	VE04	2,70	1,71	0,018	4,624	0,049	$\Sigma A*U$	26,16
	VE08S	6,94	1,71	0,018	11,872	0,126	$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	1,71
	VE02S	2,59	1,71	0,018	4,428	0,047	$FHm=\Sigma A*F/\Sigma A$	0,018
E	VE02E	6,61	1,71	0,163	11,307	1,080	ΣA	12,95
	Puerta acceso	6,33	1,71	0,163	10,830	1,034	$\Sigma A*U$	22,14
							$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	1,71
							$FHm=\Sigma A*F/\Sigma A$	0,163
O	VE08O	1,200	1,71	0,174	2,051	0,209	ΣA	1,200
							$\Sigma A*U$	2,051
							$UHm=\Sigma A*U/\Sigma A$	1,71
							$FHm=\Sigma A*F/\Sigma A$	0,174

5.7. Verificación del cumplimiento de la demanda. Fichas justificativas

ficha 2					
ZONA CLIMATICA		D3	BAJA CARGA INTERNA		
CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES D E LA ENVOLVENTE TERMICA			U MAX proyecto		UMAX
Muros de fachada			0,51	≤	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno			0,80	≤	0,86
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables			0,59	≤	0,86
Suelos			0,38	≤	0,64
Cubiertas			0,36	≤	0,49
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios			1,71	≤	3,5
Medianerías				≤	1

MUROS DE FACHADA	UMm		U M lim
N	0,54	≤	
S	0,54	≤	
E	0,54	≤	0,66
O	0,58	≤	

SUELOS			CUBIERTAS		
U _{sm}		U _{S LIM}	U _{cm}		U _{c lim}
0,38	≤	0,49	0,36	≤	0,38

HUECOS					
U _{hm}		U _{H LIM}	F _{Hm}		F _{H LIM}
1,71	≤	2,5			
1,71	≤	2,9	0,018	>	0
1,71	≤	3,5	0,163	≤	0,49
1,71	≤	3,5	0,174	>	0

Como podemos comprobar a través de las tablas 2.1 y 2.2. del HE1, todos los cerramientos cumplen con los valores máximos admitidos.

5.8. Condensaciones

La opción simplificada es un procedimiento de calculo que determina el cumplimiento de los parámetros característicos de la demanda tanto en cumplimiento de los valores límites de la transmitancia, como hemos visto, como en la comprobación de ausencia de condensaciones.

Las condensaciones que aparecen en los cerramientos de un edificio cuando se presenta un exceso de humedad son consecuencia de un incorrecto aislamiento que provoca una distribución de temperatura inadecuada.

Las condensaciones se producen cuando la temperatura de rocío del aire ambiente es superior a la temperatura que presenta el cerramiento en alguno de sus puntos. Siendo las consecuencias de tales condensaciones las siguientes:

- El deterioro de los elementos de construcción afectados; tales como la corrosión de la estructura metálica, el hinchamiento de la madera, el descorchamiento de la escayola.
- La disminución de la resistencia térmica del conjunto del cerramiento: este factor dependerá de la porosidad de los elementos. Cuanto más poroso sean los materiales utilizados, mayor será el agua introducida en los mismos que desplaza a las microburbujas de aire. Al ser el agua mucho mejor conductora del calor que el aire, la transmitancia térmica aumenta y, por tanto, las pérdidas de calor.
- La proliferación de moho y otros microorganismos.

La sección HE1 prescribe en el apartado 2.2 la limitación de la aparición de condensaciones.

Se deben considerar dos tipos de condensaciones:

- Condensaciones superficiales: aparecen en la pared exterior o interior del edificio
- Condensaciones intersticiales: se forman en el interior de cerramientos y fachadas debido a la distribución del gradiente de temperatura.

Para el cálculo de la aparición de posibles condensaciones en los cerramientos del edificio se debe cumplir la metodología del anexo G de la sección HE1. (Aportada en Anexos Volumen B: Metodología)

Los datos de partida necesarios son:

- **Temperatura y humedad relativa interior:** En el anexo G de la sección HE1 se establece que se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20°C para todos los meses del año y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase higrometría del espacio (clase de higrometría 3 o inferior :55%)
- **Temperatura y humedad relativa exterior .**Se tomarán los datos del mes de enero de la tabla A2 *Datos mensuales de Capitales de provincias* (tabla en Anexos Volumen A: tablas)
- **Datos constructivos del cerramiento, en concreto:**
 - μ_n factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, generalmente obtenido de documentos reconocidos, aunque existen normas de referencias.
 - e : espesor de cada capa en metros
 - λ : conductividad térmica de cada capa(W/Km)

5.8.1. Cálculo de condensaciones. Fichas justificativas

Los datos de partida son:

- ✓ Temperatura exterior de Madrid en el mes de enero: 6,2 °C.
- ✓ Humedad relativa exterior de Madrid en el mes de enero: 71%.
- ✓ Temperatura interior del edificio: 20 °C.
- ✓ Humedad relativa interior del edificio: 55%.

Se procederá a realizar los próximos cálculos a aquellos cerramientos más desfavorables:

CONDENSACIONES										
		Tint(°C)	20	localidad						
1.INTERSTICIALES		Hri(%)	50	madrid						
		Text(°C)	6,2							
		Hre(%)	71							
FACHADAS	COMPOSICION	e(m)	conductividad(W/mk)	RT(Km2/W)	factor difusion	Sd(m)	T(°C)	Psat(Pa)	Pv(Pa)	Pv>Psat CONDENSACION
	aire exterior flujo horizontal			0,04			6,48	910,92	646,752	NO
	1 pie LM metrico o catalan	0,24	1,03	0,23	10	2,4	8,13	1005,68	763,771	NO
	EPS	0,04	0,029	1,38	100	4	17,91	1765,62	958,802	NO
	Tabicon LH doble	0,06	0,432	0,14	10	0,6	18,89	1864,68	988,057	NO
	enlucido Yeso	0,015	0,57	0,03	4	0,06	19,08	1883,99	990,982	NO
	aire interior flujo horizontal			0,13			20	1981,96	990,982	NO
	total			1,95		7,06				

CUBIERTAS	COMPOSICION	e(m)	conductividad(w/mk)	RT(k m2/w)	factor difusion	Sd(m)	T(°C)	Psat(Pa)	Pv(Pa)	CONDENSACION
	aire exterior flujo ascendente			0,04			6,401	960,89	682,232	NO
	arena y grava	0,07	2	0,035	50	3,5	6,577	972,61	749,900	NO
	betún fieltro o lamina	0,003	0,23	0,013	100	0,3	6,642	977,01	755,700	NO
	cloruro polivinilo	0,02	0,17	0,118	100	2	7,233	1017,50	794,368	NO
	mortero de cemento o cal	0,015	0,55	0,027	10	0,15	7,370	1027,09	797,268	NO
	XPS	0,08	0,034	2,353	100	8	19,192	2222,56	951,938	NO
	Hormigon armado	0,14	2,3	0,061	80	11,2	19,498	2265,26	1168,476	NO
	aire interior flujo ascendente			0,1			20	2336,95	1168,476	NO
	total			2,747		25,15				

2.SUPERFICIALES							
	Frsi	U(W/m2k)	Frsi,min	θsi,min	Psat(Pa)	Pi(Pa)	condensacion
fachada	0,8716	0,5135	-0,1309	4,393	835,625	668,5	no
cubierta	0,9090	0,3641	-0,1309	4,393	835,625	668,5	no

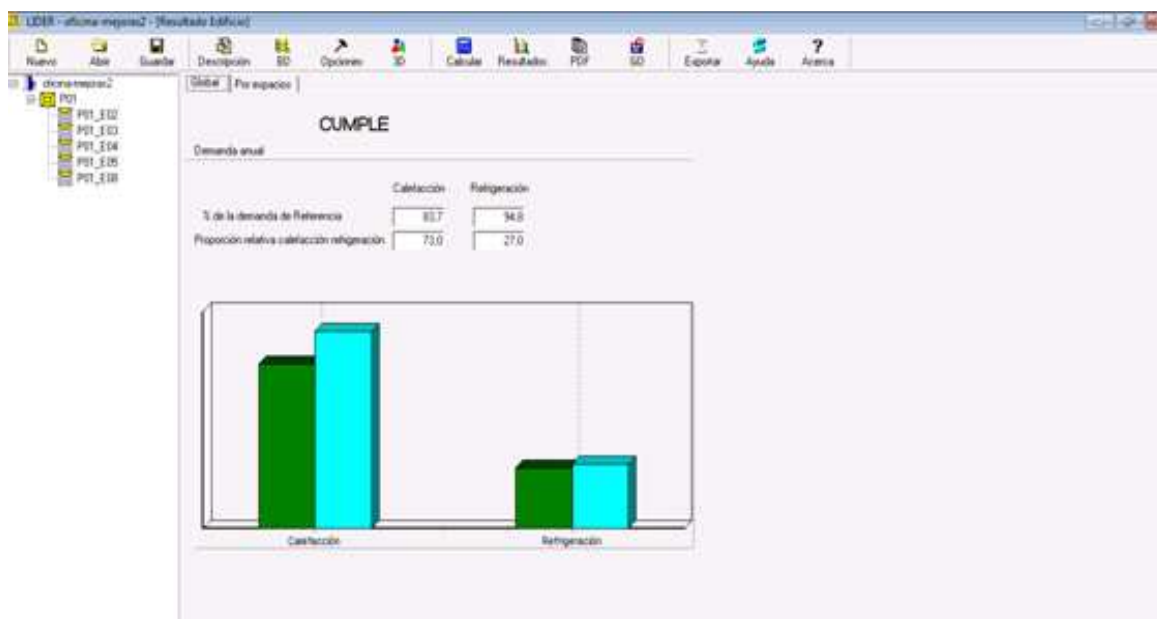
En la tabla siguiente se muestra la ficha de conformidad tanto de condensaciones superficiales como intersticiales

ficha3 TIPOS	conformidad de condensaciones								
	C.SUPERFICIALES			C.INTERSTITIALES					
	fRsi>fRsi,min	Pn<Psat	capa1	capa2	capa3	capa4	capa5	capa 6	
FACHADAS	fRsi	0,8716	Psat,n	910,92	1005,68	1765,62	1864,68	1883,99	1981,96
	fRsi,min	-0,1309	Pn	646,752	763,771	958,802	988,057	990,982	990,982
CUBIERTAS	fRsi	0,9090	Psat,n	972,61	977,01	1017,50	1027,09	2222,56	2265,26
	fRsi,min	-0,1309	Pn	749,900	755,700	794,368	797,268	951,938	1168,476

Como se observa no se producen condensaciones ni a nivel superficial ni intersticial.

5.9. Verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda mediante la opción general

Comprobaremos con el programa LIDER que nuestro edificio, tras las mejoras realizadas, si cumple con la limitación de la demanda energética de la sección HE1.



6 .CARGAS TERMICAS

Con este apartado pretendemos determinar la cantidad de calor que tenemos que extraer o aportar a cada uno de nuestros locales para mantener en su interior las condiciones de confort previamente indicadas.

En estos cálculos nos basaremos posteriormente para realizar la selección de nuestros equipos climatizadores.

El cálculo realizado estima las pérdidas o ganancias producidas por conducción convección y radiación a través de los cerramientos ya sean acristalados o no. A su vez tiene en cuenta las cargas internas debidas a la ocupación, iluminación y maquinaria. Y por último, a estos efectos tendremos que sumar la carga producida por la introducción de aire exterior necesaria para la ventilación del local.

Con respecto al método de cálculo a seguir, es conveniente incluir la consideración que, sobre este tema, hace el Reglamento RITE.

6.1 Programa de funcionamiento

Atendiendo a que el edificio objeto del proyecto es un edificio de oficinas debe considerarse que su utilización se hará de acuerdo con un programa que afectará a los horarios y a las ocupaciones por parte de las personas con actividades coherentes con los usos del mismo.

En el correspondiente apartado del cálculo de las cargas térmicas pueden encontrarse los horarios de funcionamiento y las máximas ocupaciones previstas de cada una de las dependencias.

6.2 Condiciones de proyecto

Se denominan condiciones de proyecto las que tomamos como fijas y constantes a lo largo del mismo.

A.-condiciones exteriores

Se establecen las siguientes condiciones exteriores de cálculo empleadas para el dimensionado de la instalación:

Para la ventilación del local

ODA 1	Aire puro que puede contener partículas sólidas (por ejemplo, polen) de forma temporal.
ODA 2	Aire con altas concentraciones de partículas.
ODA 3	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
ODA 4	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
ODA 5	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

Categorías de calidad del aire exterior

(Tabla 9, fuente RITE)

La categoría de calidad de aire exterior que se considera en el proyecto es ODA4.

Para el cálculo de cargas térmicas:

Se establecen las condiciones exteriores de diseño para Madrid, lugar del emplazamiento, para el posterior cálculo de las cargas de refrigeración.

Ts(0,4)	36,4
Tbh(0,4)	19,1
OMDR	18,7
OMA	40,2

Estas condiciones exteriores se pueden consultar en *la Guía Técnica del IDAE* (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) del Ministerio de Industria y Energía titulada *Condiciones climáticas exteriores de proyecto*

Las condiciones exteriores de cálculo de la tabla anterior corresponden a los meses de julio y agosto a las 15 h y son las máximas temperaturas consideradas a efectos de transmisión.

Se indica para cada lugar:

- Temperatura de bulbo seco en °C (T BS)
- Temperatura de bulbo húmedo en °C (T BH)
- Oscilación media diaria (OMD) en °C BS. Diferencia entre la temperatura media de las máximas y la temperatura media de las mínimas en el período de verano.
- Oscilación media anual (OMA) en °C BS. Diferencia de las temperaturas secas de verano e invierno.

Esta guía proporciona datos al técnico proyectista sobre los niveles de percentiles anuales (NPA), tanto de invierno como de verano. Esta decisión se ha tomado por considerarse que los datos de percentiles anuales son los más representativos además de los más utilizados a nivel mundial.

Se distinguirá entre datos necesarios para calefacción y refrigeración, utilizando el concepto de nivel percentil (porcentaje de horas anuales en los que la temperatura de la localidad es sobrepasado por un cierto valor, es decir, el valor de la temperatura seca de una localidad con un nivel percentil del 0,4 % supone que un número de horas de $24 \cdot 365 \cdot 0,4 / 100 = 35$ h la temperatura de dicha localidad está por encima de este valor).

Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, las temperaturas secas y húmedas coincidentes a considerar son las correspondientes a los siguientes niveles:

– TS_{0,4} (°C), THC_{0,4} (°C) para hospitales, clínicas, residencias de ancianos, centros de cálculo y cualquier otro espacio que el técnico proyectista considere necesario que tenga este grado de cobertura.

– TS₁ (°C), THC₁ (°C) para todos los tipos de edificios y espacios no mencionados anteriormente

Provincia		Estación		Indicativo			
Madrid		Madrid (Barajas)		3129			
UBICACIÓN: AEROPUERTO				Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
582	40º27'15"	03º32'39"W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)		12,720 (2005-2007)	
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-10,5	-3,8	-2,4	14,6	84	40,2		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
40,7	36,4	19,1	35,2	19,0	33,7	18,8	18,7
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)		
20,8	32,8	20,0	32,6	19,2	32,6		
VALORES MEDIOS MENSUALES							
Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	5,2	7,2	305	459	0	2,0	
Febrero	6,9	9,3	233	371	0	3,0	
Marzo	10,3	12,6	162	302	2	4,4	
Abril	12,4	14,5	113	237	7	5,3	
Mayo	16,8	19,0	49	139	40	6,3	
Junio	23,3	26,0	6	37	137	7,2	
Julio	25,6	28,0	1	17	190	7,4	
Agosto	25,1	27,5	1	18	176	6,7	
Septiembre	20,7	23,4	11	60	81	5,0	
Octubre	15,0	17,5	58	170	13	3,0	
Noviembre	8,8	11,0	190	336	0	1,9	
Diciembre	5,4	7,5	297	451	0	2,0	

Rosa de los vientos: velocidad media 2,52 m/s

(Tabla 10, fuente IDAE)

En cualquier otro mes o cualquier otra hora la T_{bs} y la T_{bh} serán inferiores y pueden calcularse con la ayuda de unas tablas en las que se muestran las correlaciones para la temperatura seca y húmeda en función de la hora y el mes considerado (Tablas A3, A4, A5 y A6 situadas en Anexos Volumen A :Tablas)

Con las pertinentes correcciones obtenemos ambas temperaturas para las distintas horas de los meses de verano:

h	Ts(°C)			Tbh(°C)		
	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto
6	17,8	18,4	18,4	15,5	15,5	15,5
8	25	25,6	25,6	16	16	16
10	28,6	29,2	29,2	17,2	17,2	17,2
12	32,2	32,8	32,8	18,3	18,3	18,3
14	35,2	35,8	35,8	19,1	19,1	19,1
15	35,8	36,4	36,4	19,1	19,1	19,1
16	35,2	35,8	35,8	19,1	19,1	19,1
18	33,1	33,7	33,7	18,5	18,5	18,5
20	29,7	30,3	30,3	17,4	17,4	17,4
22	26,7	27,3	27,3	16,6	16,6	16,6
24	23,3	23,9	23,9	15,5	15,5	15,5

B.-Condiciones interiores

Se establecen a continuación las condiciones interiores que se pretenden mantener en el edificio gracias al sistema de climatización adoptado.

Las condiciones interiores son las indicadas por el RITE en su Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.2 “Temperatura operativa y humedad relativa”

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Condiciones interiores de diseño (Tabla 1.4.1.1 del RITE)

(Tabla 11, fuente RITE)

Los espacios acondicionados de nuestro edificio mantendrán Las siguientes condiciones interiores:

T verano=25°C

T invierno=22°C

Humedad relativa= 50±5 %

6.3 Cargas térmicas de refrigeración

En la época de demanda de frío se prevé la existencia de cargas térmicas sensibles, debidas a la diferencia de temperatura y a la radiación térmica, y cargas latentes, debidas a la aportación de humedad al aire.

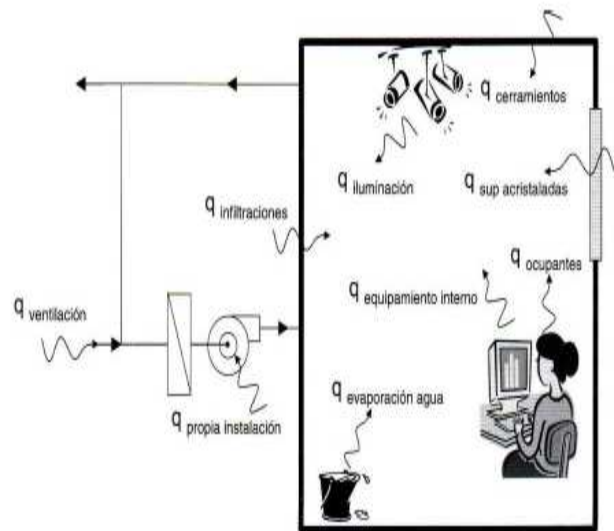
Las cargas a considerar son las relacionadas a continuación:

Cargas externas**a) Carga a través de cerramientos:**

- Cerramientos semi-transparentes (Superficies acristaladas).
- Cerramientos opacos.

b) Carga debida a renovación de aire:

- Infiltraciones.
- Ventilación.

**Cargas internas**

- Carga por ocupantes.
- Carga debida a iluminación.
- Carga debida a equipamiento interno.

6.3.1 Cargas externas**6.3.1.1 Cargas por radiación a través de superficies acristaladas**

La radiación solar al atravesar la atmosfera disminuye considerablemente su intensidad debido a que una parte considerable de esta se refleja hacia el espacio, dentro de la atmosfera, o es absorbida por las partículas atmosféricas. La radiación difusa, debida a la reflexión que se produce en las partículas de vapor, ozono o de polvo atmosférico, se reparte de una manera sensiblemente uniforme por la superficie terrestre. La radiación directa es parte de la radiación inicial que incide directamente sobre la superficie terrestre.

Los valores relativos de estas dos radiaciones son variables y dependen de:

- La distancia que deben recorrer los rayos a través de la atmosfera hasta un punto cualquiera de la tierra
- la limpieza de la atmosfera

La ganancia de calor a través de un vidrio ordinario depende de su situación geográfica (latitud) del instante considerado (hora y mes) y, finalmente de su orientación. La componente de la radiación directa origina ganancias de calor solo cuando la ventana es atravesada por los rayos solares mientras que la componente difusa origina ganancias de calor cualquiera que sea la orientación de la ventana respecto al sol.

El cristal ordinario absorbe entre un 5 y 6% de la radiación solar y refleja o transmite el resto, la magnitud de la radiación absorbida o reflejada depende del ángulo de incidencia (ángulo que forma la normal al cristal con la dirección de los rayos del sol) .Para pequeños ángulos de incidencia se transmite entre un 86-87%, reflejándose 8-9%. Cuando aumenta el ángulo de incidencia aumenta el calor reflejado y disminuye el transmitido .La ganancia total de calor por insolación comprende el calor transmitido más un 40% del calor absorbido por el cristal

Las tablas de aportaciones a través de vidrios sencillos están referidas para latitudes comprendidas entre 0 y 50º, en nuestro caso hemos usados las referentes a 40º Norte, para cada mes del año y para cada hora del día. Estos valores comprenden tanto la radiación directa como difusa como el porcentaje de radiación absorbido por el cristal y transmitido al local. (Tabla A7: *Aportaciones solares a través de vidrios sencillos* aportadas en Anexos Volumen A: Tablas)

Los valores de la tabla se han determinado de acuerdo a las siguientes hipótesis:

- Una superficie acristalada igual al 85% de la sección de la abertura de la pared de forma que el 15% corresponde al marco .Siendo la proporción normal para marcos de madera.
- Atmosfera limpia
- Altitud, 0 metros
- Punto de rocío(PR) de 19,5ºC a nivel del mar

Si estas hipótesis no coinciden con nuestras condiciones de proyecto habrá que usar las correcciones pertinentes.

Diferentes tipos de cristal con o sin persianas

Los cristales especiales absorben una cantidad más importantes de la radiación solar, debido a:

- que pueden ser más gruesos
- pueden haber sido tratados con objeto de aumentar su coeficiente de absorción.

Estos cristales especiales disminuyen las ganancias de calor por insolación directa pero aumentan las ganancias debidas a la convección ya que han absorbido mayor cantidad de calor .En general tienen un coeficiente de reflexión ligeramente más bajo que un cristal ordinario, puesto que absorben una cantidad de calor reflejado por su cara interna. Su utilización se traduce, a pesar de ello, en una disminución de las ganancias por insolación.

La eficacia de una persiana depende de su capacidad para impedir que el calor solar penetre en la habitación. Todas las persianas absorben y reflejan la mayor parte de la radiación solar y solo permiten ganancias débiles por insolación directa .Las persianas exteriores son más eficaces porque, por una parte, el calor reflejado es devuelto antes de

penetrar en el local y, por otra parte, el calor absorbido se disipa al exterior. Cuando las persianas son interiores, el calor absorbido se disipa en el interior del local y parte del calor reflejado es absorbido a su paso a través del cristal.

El uso tanto de cristales especiales como de persianas ha de ser reflejado con unos factores de corrección dado por las tablas A8 y A9 expuestas en Anexos Volumen A: Tablas

Factores de corrección

1 .factor corrección en función de la limpieza de la atmosfera

Consideramos que ésta no está muy limpia por lo que le aplicamos un factor $K_1=0,9$

2 .factor de corrección para la altitud

0,7% por 300m

Madrid se encuentra a una altitud de 667m por lo que $K_2=1,017$

3 .factor de corrección para el punto de rocío

Para puntos de rocío (PR) menores a 19,5°C el factor de corrección será de -14% por cada 10°C

A continuación procederemos a calcular los PR para las distintas horas consideradas de los meses de verano.

h	punto rocío(°C)		
	junio	julio	agosto
6	14,15	13,78	13,78
8	10,25	9,78	9,78
10	10,37	9,90	9,90
12	10,43	9,96	9,96
14	10,29	9,81	9,81
15	9,81	9,31	9,31
16	10,29	9,81	9,81
18	10,27	9,79	9,79
20	10,02	9,54	9,54
22	10,36	9,89	9,89
24	10,42	9,95	9,95

Siendo los factores de corrección aplicados:

correccion punto rocio		
junio	julio	agosto
0,93	0,92	0,92
0,87	0,86	0,86
0,87	0,87	0,87
0,87	0,87	0,87
0,87	0,86	0,86
0,86	0,86	0,86
0,87	0,86	0,86
0,87	0,86	0,86
0,87	0,86	0,86
0,87	0,87	0,87
0,87	0,87	0,87

4 .factor de corrección debido a la interposición de obstáculos

Tabla A9 situada en Anexos Volumen A: Tablas

5. factor de corrección dependiendo del marco:

K5= Si la ventana tiene marco metálico (Hierro, aluminio) o sin marco vale 1,17. Para ventanas de carpintería de madera o PVC vale 1.

Por tanto la carga por radiación a través de las superficies acristaladas es:

$$Q_s = R \times S \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

Dónde:

R = Radiación solar en W/m² según las condiciones de cálculo (mes, hora y orientación)

S= superficie del acristalamiento

orientacion	N	S	E	O
S acristalada(m2)	22,03	21,1	12,95	8,723
St acristalada(m2)	64,803			

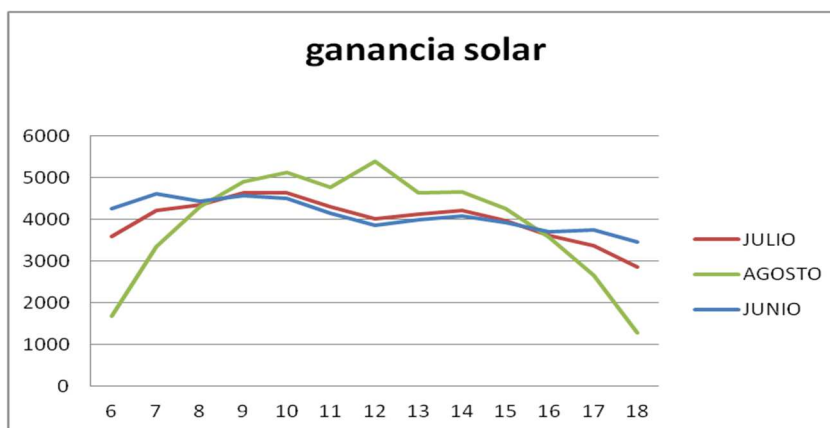
Considerando que nuestras ventanas están formadas por vidrios dobles de lunas incoloras (k3=0,73), carpintería de PVC (k5=1) y que contamos en la orientación sur con un toldo (k4=0,40), en la este y oeste con lamas móviles exteriores (k4=0,5)

Para la selección del instante máximo de carga hemos llevado a cabo un estudio de los meses de verano más calurosos (junio, julio y agosto) a las diferentes horas del día.

Para ello, hemos calculado la carga real producida en cada instante como resultado de aplicar la fórmula previamente explicada a cada una de las superficies acristaladas de nuestro edificio hora a hora

GANANCIAS SOLARES												
ORIENTACION NORTE				SUR			ESTE			OESTE		
horas solares	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	2039	1568	514	203	176	93	1909	1760	1029	105	91	45
8	1240	1179	952	470	472	622	2636	2619	2540	222	215	181
10	1432	1396	1297	1068	1235	1788	1718	1723	1764	284	276	274
12	1549	1524	1426	1476	1674	2287	493	485	449	332	327	1250
14	1435	1399	1295	1070	1237	1785	422	411	407	1159	1163	1187
15	1346	1298	1121	697	804	1211	377	370	329	1538	1536	1548
16	1205	1146	952	457	458	623	320	311	269	1726	1714	1712
18	1922	1475	482	191	166	88	147	127	63	1212	1090	651
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Representando los datos para las distintas horas solares observamos que el máximo de aportación solar se produce en el mes de agosto a las 12:00h, como instante de cálculo, ya que es el momento en el que se produce el pico máximo de carga.



6.3.1.2. Carga por transmisión a través de superficies acristaladas

Es la carga por conducción-convección del cristal debido a la diferencia de temperatura exterior-interior como si no estuviera expuesto al sol.

$$Q_s = U \times S \times \Delta T$$

Q_s = Carga sensible en W

U = Coeficiente de transmisión de calor del cerramiento W/m² °K

S = Superficie del cerramiento en m²

ΔT = ($T_e - T_i$)

T_e = Temperatura seca exterior de diseño en °C para un NP dado (NP = Nivel percentil)

T_i = Temperatura seca interior de diseño del local climatizado en °C

Las distintas superficies ocupadas por los huecos en las distintas orientaciones son las siguientes:

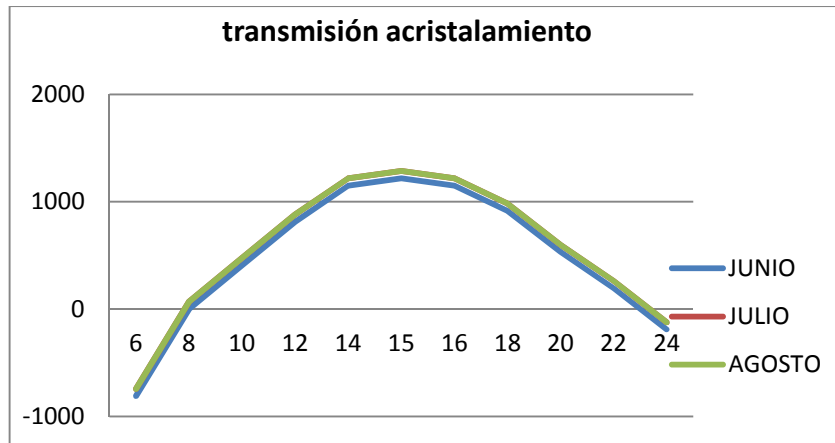
orientacion	N	S	E	O
S acristalada(m2)	22,03	21,1	12,95	8,723
St acristalada(m2)	64,803			

Siendo el coeficiente de transmisión del cerramiento considerando que disponemos de vidrios de baja emisividad con marco de PVC en proporción 60 Y 40% respectivamente, obtenemos un coeficiente de:

$$U_H = 1,74 \text{ W/m}^2\text{K}$$

TRANSMISION CALOR A TRAVES DE ACRISTALAMIENTO												T	
orientacion Norte			orientacion Sur			orientacion Este			orientacion Oeste				
HORAS	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto	
6	-275,99	-252,99	-252,99	-264,34	-242,31	-242,31	-162,24	-148,72	-148,72	-109,28	-100,17	-100,17	
8	0,00	23,00	23,00	0,00	22,03	22,03	0,00	13,52	13,52	0,00	9,11	9,11	
10	138,00	161,00	161,00	132,17	154,20	154,20	81,12	94,64	94,64	54,64	63,75	63,75	
12	275,99	298,99	298,99	264,34	286,37	286,37	162,24	175,76	175,76	109,28	118,39	118,39	
14	390,99	413,99	413,99	374,48	396,51	396,51	229,84	243,36	243,36	154,82	163,92	163,92	
15	413,99	436,99	436,99	396,51	418,54	418,54	243,36	256,88	256,88	163,92	173,03	173,03	
16	390,99	413,99	413,99	374,48	396,51	396,51	229,84	243,36	243,36	154,82	163,92	163,92	
18	310,49	333,49	333,49	297,38	319,41	319,41	182,52	196,04	196,04	122,94	132,05	132,05	
20	180,16	203,16	203,16	172,56	194,58	194,58	105,91	119,42	119,42	71,34	80,44	80,44	
22	65,16	88,16	88,16	62,41	84,44	84,44	38,31	51,83	51,83	25,80	34,91	34,91	
24	-65,16	-42,17	-42,17	-62,41	-40,39	-40,39	-38,31	-24,79	-24,79	-25,80	-16,70	-16,70	

Representando los resultados obtenidos:



Vemos que el máximo de transmisión a través de las superficies acristaladas es en agosto a las 15

6.3.1.3. Carga por transmisión a través de superficies opacas exteriores

En verano, la carga térmica a través de cerramientos opacos exteriores es la resultante de la termotransferencia debida a la diferencia de temperaturas entre ambientes exterior e interior, junto a la debida a la posible incidencia de la radiación solar sobre la pared externa. En invierno, la radiación solar suele despreciarse con vistas a la evaluación de la carga máxima que puede producirse.

$$Q_s = U \cdot S \cdot \Delta TE$$

Q_s = Carga sensible en W

U = Coeficiente de transmisión de calor del cerramiento en $W/m^2 \text{ } ^\circ K$

S = Superficie del cerramiento en m^2

ΔTE = diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior capaz que resulta del flujo calorífico total a través de la estructura originado por la radiación solar variable y la temperatura exterior. Ésta diferencia de temperatura a través de la estructura debe tener en cuenta los distintos tipos de construcciones y las orientaciones, la situación del edificio (latitud) y las condiciones del proyecto.

$$\Delta TE = C \cdot \Delta teq + (24 - T_i) + (T_M - 30)$$

$$T_M = T_e - OMD/2$$

$C = (1 \text{ pared oscura, } 0,85 \text{ color medio, } 0,65 \text{ color claro})$

Δteq = Se obtiene de las tablas tanto para cerramientos verticales como para cubiertas horizontales (tablas A10 y A11 situadas en Anexos Volumen A: Tablas)

T_i = Temperatura seca de diseño del local climatizado en $^\circ C$

En primer lugar vamos a calcular los pesos de los cerramientos verticales para la aplicación de las tablas antes comentadas

TIPO CERRAMIENTO	NOMBRE	ESPEJOR	MATERIAL	$\lambda(w/mK)$	R(m2K/w)	densidad Kg/m ³	peso kg/m ²
cerramiento contacto exterior	fachada		aire exterior flujo horizontal		0,04		
		0,24	1 pie LM metrico o catalan	1,03	0,233	2140	513,6
		0,04	EPS	0,029	1,379	30	1,2
		0,06	Tabicon LH doble	0,432	0,139	930	55,8
		0,015	enlucido Yeso	0,57	0,026	1150	17,25
			aire interior flujo horizontal		0,13	total	587,85
			R total		1,948		

De igual forma para los cerramientos horizontales:

TIPO CERRAMIENTO	NOMBRE	ESPEJOR	MATERIAL	$\lambda(w/mK)$	R(m2K/w)	densidad Kg/m ³	peso kg/m ²
cerramiento contacto exterior	cubierta plana		aire exterior flujo ascendente		0,04		
		0,07	arena y grava	2	0,035	1450	101,5
		0,003	betún fieltro o lamina	0,23	0,013	1100	3,3
		0,02	cloruro polivinilo	0,17	0,118	1390	27,8
		0,015	mortero de cemento o cal	0,55	0,027	1125	16,875
		0,08	XPS	0,034	2,353	38	3,04
		0,14	Hormigon armado	2,3	0,061	2400	336
			aire interior flujo ascendente		0,1	total	488,515
			Rtotal		2,747		

Las superficies de los cerramientos verticales son las siguientes:

	N	S	E	O
St fachadas(m2)	66,10	67,03	21,95	26,17
St fachadas(m2)	181,2384			

Considerando que la transmitancia de mis muros al exterior es de:

$$U=0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Y que estas son de color claro.

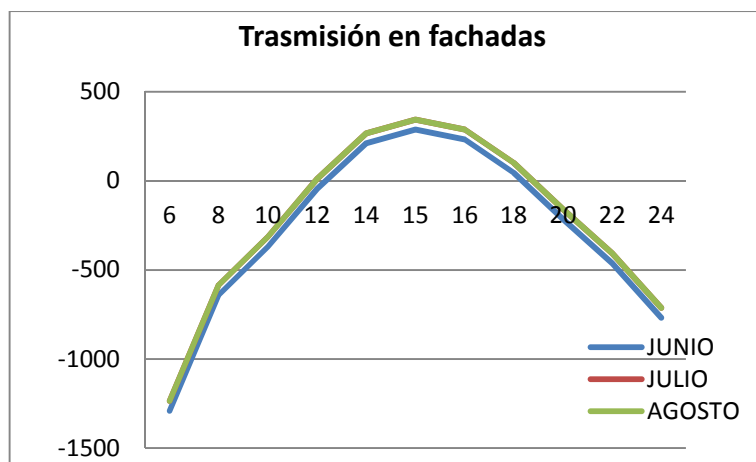
De manera similar al estudio realizado previamente para la selección del instante máximo de carga a través de la superficie acristalada llevaremos a cabo el estudio del instante máximo de carga a través de los cerramientos.

Para ello hemos calculado la DTE en cada orientación y cada hora del día. Hemos aplicado la formula previamente explicada a cada uno de los muros del edificio y la hemos sumado para hallar el total de la carga producida por el edificio en cada instante.

TRANSMISION CALOR SUPEF OPACAS											
FACHADA NORTE						FACHADA SUR					
DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO	DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
-15,4	-519,15	-14,8	-498,92	-14,8	-498,92	-14,1	-482,013	-13,5	-461,502	-13,5	-461,502
-8,2	-276,43	-7,6	-256,20	-7,6	-256,20	-6,9	-235,879	-6,3	-215,367	-6,3	-215,367
-5,25	-176,98	-4,65	-156,76	-4,65	-156,76	-3,95	-135,032	-3,35	-114,521	-3,35	-114,521
-1,65	-55,62	-1,05	-35,40	-1,05	-35,40	-0,35	-11,965	0,25	8,546	0,25	8,546
1,35	45,51	1,95	65,74	1,95	65,74	2	68,371	2,6	88,882	2,6	88,882
1,95	65,74	2,55	85,96	2,55	85,96	3,25	111,102	3,85	131,613	3,85	131,613
1,35	45,51	1,95	65,74	1,95	65,74	2,65	90,591	3,25	111,102	3,25	111,102
-0,75	-25,28	-0,15	-5,06	-0,15	-5,06	0,55	18,802	1,15	39,313	1,15	39,313
-3,5	-117,99	-2,9	-97,76	-2,9	-97,76	-2,2	-75,208	-1,6	-54,696	-1,6	-54,696
-6,5	-219,12	-5,9	-198,89	-5,9	-198,89	-4,55	-155,543	-3,95	-135,032	-3,95	-135,032
-9,9	-333,74	-9,3	-313,51	-9,3	-313,51	-7,95	-271,773	-7,35	-251,262	-7,35	-251,262

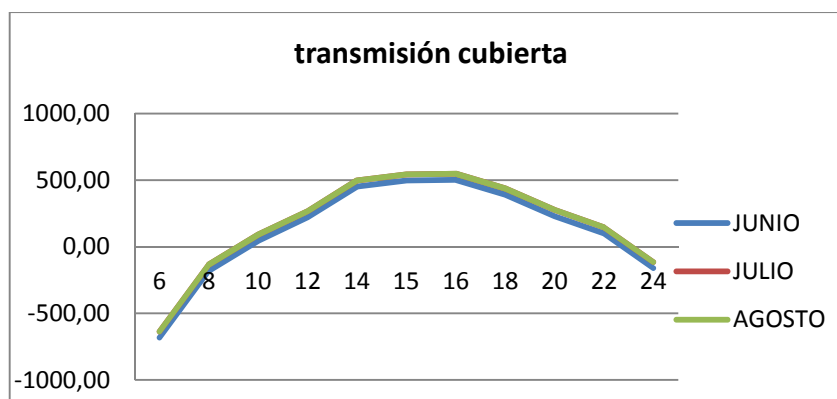
FACHADA ESTE						FACHADA OESTE					
DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO	DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
-12,15	-136,013	-11,55	-129,296	-11,55	-129,296	-11,5	-153,487	-10,9	-145,479	-10,9	-145,479
-5,6	-62,689	-5	-55,973	-5	-55,973	-4,95	-66,066	-4,35	-58,058	-4,35	-58,058
-2,65	-29,665	-2,05	-22,949	-2,05	-22,949	-2	-26,693	-1,4	-18,685	-1,4	-18,685
0,95	10,635	1,55	17,351	1,55	17,351	0,95	12,679	1,55	20,687	1,55	20,687
3,95	44,218	4,55	50,935	4,55	50,935	3,95	52,719	4,55	60,727	4,55	60,727
4,55	50,935	5,15	57,652	5,15	57,652	4,55	60,727	5,15	68,736	5,15	68,736
3,95	44,218	4,55	50,935	4,55	50,935	3,95	52,719	4,55	60,727	4,55	60,727
2,5	27,986	3,1	34,703	3,1	34,703	1,85	24,691	2,45	32,699	2,45	32,699
-0,9	-10,075	-0,3	-3,358	-0,3	-3,358	-0,9	-12,012	-0,3	-4,004	-0,3	-4,004
-3,25	-36,382	-2,65	-29,665	-2,65	-29,665	-3,9	-52,052	-3,3	-44,044	-3,3	-44,044
-6,65	-74,443	-6,05	-67,727	-6,05	-67,727	-6,65	-88,756	-6,05	-80,748	-6,05	-80,748

Según el gráfico obtenido y que exponemos a continuación el pico de carga se produce a las 15 h del día,



De igual forma calculamos las cargas por transmisión a través de la cubierta siendo la superficie de ésta 213,12m² Y el valor de su transmitancia $U_c=0,36\text{W/m}^2$.

CUBIERTAS						
h	DTE Junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE Agosto	AGOSTO
6	-8,9	-682,84	-8,3	-636,80	-8,3	-636,80
8	-2,35	-180,30	-1,75	-134,27	-1,75	-134,27
10	0,6	46,03	1,2	92,07	1,2	92,07
12	2,9	222,50	3,5	268,53	3,5	268,53
14	5,9	452,67	6,5	498,70	6,5	498,70
15	6,5	498,70	7,1	544,73	7,1	544,73
16	6,55	502,54	7,15	548,57	7,15	548,57
18	5,1	391,29	5,7	437,32	5,7	437,32
20	3	230,17	3,6	276,20	3,6	276,20
22	1,3	99,74	1,9	145,77	1,9	145,77
24	-2,1	-161,12	-1,5	-115,08	-1,5	-115,08



La máxima transmisión en la cubierta se produce en agosto a las 16h

A continuación vamos a calcular la transmisión de calor a través de las particiones interiores. Debido a que los espacios acondicionados se encuentran todos a igual temperatura, no existe flujo de calor a través de las paredes que los separan, solo vamos a considerar aquellas particiones que separan espacios acondicionados de los que no lo están.

Los espacios no acondicionados colindan entre uno que sí lo está y el exterior por lo que consideraremos que la temperatura de dicho espacio será la media entre la T_{exterior} y T_i del espacio acondicionado.

Las particiones consideradas en el posterior cálculo serán las siguientes:

Espacio N acondicionado	Espacio Acondicionado adyacente	Localización partición	ST PI(m2)
E01	E08	2 PI adyacente a E08	33,29
E07	E08	1 PI adyacente E08	13,76
E06	E08 Y E05	1PI E08 y 1E05	28,53

EL valor de la transmitancia térmica de estas particiones fue calculado con anterioridad obteniendo un valor de:

$$U_{PI}=0,61\text{W/m}^2\text{K}$$

En primer lugar calcularemos la transmisión de calor a través de las particiones interiores del espacio 1 para las distintas horas y meses del verano.

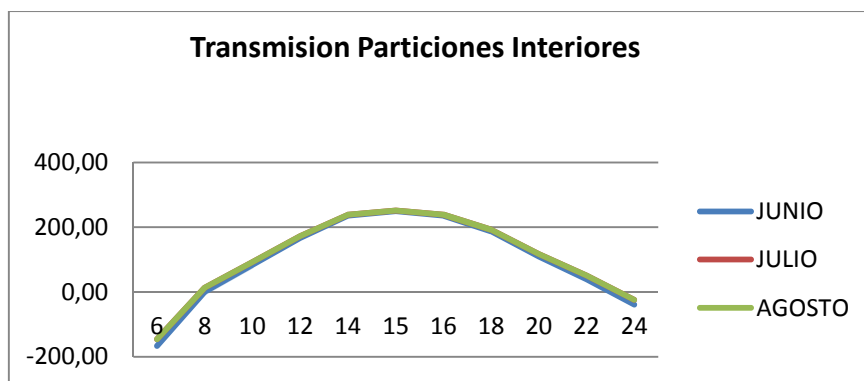
TRANSMISION PARTICIONES INT						
h	Te1junio	Qe1 junio	Te1 julio	Qe1 julio	Te1agosto	Qe1agosto
6	21,4	-73,39	21,7	-67,28	21,7	-67,28
8	25	0,00	25,3	6,12	25,3	6,12
10	26,8	36,70	27,1	42,81	27,1	42,81
12	28,6	73,39	28,9	79,51	28,9	79,51
14	30,1	103,98	30,4	110,09	30,4	110,09
15	30,4	110,09	30,7	116,21	30,7	116,21
16	30,1	103,98	30,4	110,09	30,4	110,09
18	29,05	82,57	29,35	88,69	29,35	88,69
20	27,35	47,91	27,65	54,03	27,65	54,03
22	25,85	17,33	26,15	23,45	26,15	23,45
24	24,15	-17,33	24,45	-11,21	24,45	-11,21

De igual forma para las contenidas en los espacios 6 y 7

espacio 6						
h	Te6 junio	QE6 junio	Te6 julio	Qe6 julio	Te6 agosto	Qe6 agosto
6	21,4	-62,90	21,7	-57,66	21,7	-57,66
8	25	0,00	25,3	5,24	25,3	5,24
10	26,8	31,45	27,1	36,69	27,1	36,69
12	28,6	62,90	28,9	68,14	28,9	68,14
14	30,1	89,11	30,4	94,35	30,4	94,35
15	30,4	94,35	30,7	99,59	30,7	99,59
16	30,1	89,11	30,4	94,35	30,4	94,35
18	29,05	70,76	29,35	76,00	29,35	76,00
20	27,35	41,06	27,65	46,30	27,65	46,30
22	25,85	14,85	26,15	20,09	26,15	20,09
24	24,15	-14,85	24,45	-9,61	24,45	-9,61

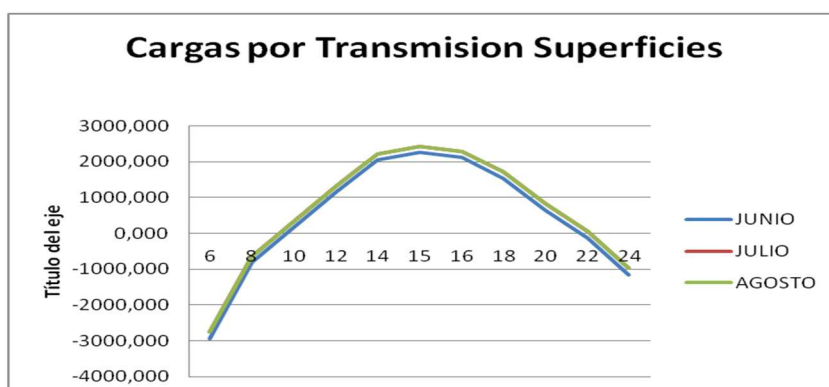
espacio 7						
h	Te7junio	Qe7junio	te7julio	Qe7 julio	Te7agosto	Qe7 agosto
6	21,4	-30,342	21,7	-27,81	21,7	-27,813
8	25	0,000	25,3	2,53	25,3	2,528
10	26,8	15,171	27,1	17,70	27,1	17,699
12	28,6	30,342	28,9	32,87	28,9	32,870
14	30,1	42,984	30,4	45,51	30,4	45,513
15	30,4	45,513	30,7	48,04	30,7	48,041
16	30,1	42,984	30,4	45,51	30,4	45,513
18	29,05	34,135	29,35	36,66	29,35	36,663
20	27,35	19,807	27,65	22,34	27,65	22,335
22	25,85	7,164	26,15	9,69	26,15	9,693
24	24,15	-7,164	24,45	-4,64	24,45	-4,636

Observamos tras la representación gráfica que el máximo de transmisión a través de las particiones interiores que separan espacios acondicionados de los que no lo están se produce en agosto a las 15 h



En relación a los suelos, las pérdidas por transmisión a través de estos son despreciables por ser generalmente débiles y sensiblemente constantes a lo largo del año como consecuencia de las pequeñas variaciones de temperatura del terreno subyacente capaz de absorber o proporcionar cantidades importantes de calor sin variaciones sensibles de temperatura. Esto es bastante cierto para profundidades superiores a 2,4 m en las que la influencia de la temperatura exterior es despreciable. Para profundidades más pequeñas, la influencia de la temperatura exterior se hace más sensible a medida que nos acercamos a la superficie.

Según el gráfico obtenido y que exponemos a continuación el pico de carga por transmisión a través de todas las superficies opacas se produce a las 15h de agosto.



3.1.4. Cargas debida a la renovación del aire

Las cantidades de aire exterior de infiltración y ventilación tienen, normalmente, diferente contenido de calor que el aire contenido en el local acondicionado y, por consiguiente, imponen una carga al equipo acondicionador.

En el caso de infiltración la carga se manifiesta por sí misma dentro del espacio acondicionado. El aire de ventilación, tomado a través del equipo de acondicionamiento, impone una carga al local.

-infiltraciones

Las infiltraciones y en particular la entrada de vapor de agua en el local acondicionado resultante de ellas, constituye con frecuencia un origen de ganancias y pérdidas de calor. El caudal de aire de las infiltraciones varía según la estanqueidad de las puertas y ventanas, la porosidad de las paredes del edificio, su altura, velocidad y dirección del viento y caudales relativos de aire de extracción y ventilación.

En general, las infiltraciones de deben sobre todo a la velocidad del viento y al efecto chimenea o la simultaneidad de ambos efectos:

1. Acción del viento

Esta se traduce en una sobrepresión en la cara del edificio expuesta a él y en una ligera depresión en la cara contraria del edificio. Esta sobrepresión hace que el aire exterior se infiltre en el interior del local por los resquicios o rendijas de la construcción y los intersticios de las ventanas y puertas, penetrando por las fachadas expuestas y saliendo por el lado contrario.

2. diferencia de densidad o efecto chimenea

La diferencia de temperatura y humedad produce una diferencia de densidad entre el aire exterior e interior. En los edificios altos éstas diferencia de densidad produce las infiltraciones y exfiltraciones.

En verano las infiltraciones provienen, sobre todo, por la acción del viento en la cara expuesta al mismo. El efecto chimenea es despreciable debido a las pequeñas variaciones de la densidad del aire.

Estas infiltraciones se pueden eliminar introduciendo una cantidad de aire exterior suficiente por el equipo acondicionador de manera que se cree una sobrepresión en el local igual a la presión dinámica del viento. La sobrepresión interior, aunque impide las infiltraciones, favorece la evacuación por las fachadas no expuestas al viento, tanto más importante cuanto mayor sea la velocidad del viento.

Cabe mencionar que en el Reglamento en su ITE 02.2.2 se cita que el aire exterior mínimo para ventilación se empleará para mantener estos a sobrepresión. De donde se deriva que no resulta necesaria la estimación de las cargas debidas a infiltraciones

-ventilación

La cantidad estimada de aire que precisa una persona para el proceso de respiración es de unos 12.000 l/día (500 l/h), esta gran cantidad es imprescindible para la producción de las combustiones internas, fuente del potencial de actividad del hombre y de la que se obtiene el calor necesario para el mantenimiento de la temperatura corporal. Queda por tanto puesto de manifiesto la importancia del suministro de aire a los locales a climatizar, en los que va a producirse la estancia de ocupantes, y no sólo en lo referente a cantidad, sino también en su grado de pureza.

La calidad del aire es un concepto de naturaleza compleja, integrado por un elevado número de factores, sin embargo podemos decir que las principales fuentes de polución del aire son: los propios ocupantes por respiración, transpiración y generación de olores corporales, el humo del tabaco, y la adición de elementos extraños como gases, vapores, polvo etc.

De todo lo anterior se desprende la necesidad de una ventilación, entendiendo como tal la introducción mecánica de un caudal externo de aire en cantidad conveniente que garantice la dilución de contaminantes.

En cualquier instalación de climatización se debe prever una cierta renovación de aire, tanto para eliminar olores y humos, como para mantener la calidad suficiente de oxígeno.

IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior

IT 1.1.4.2.1 Generalidades

1. En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.
2. El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de

cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

IT 1.1.4.2.2 *Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios*

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad); hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad); oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media); edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

IT 1.1.4.2.3 *Caudal mínimo del aire exterior de ventilación*

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el apartado 1.4.2.2, se calculará de acuerdo con alguno de los cinco métodos existentes.

En nuestro caso hemos escogido el siguiente método para su cálculo:

Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Caudales de aire exterior, l/s por persona (Tabla 1.4.2.1 del RITE)

IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

1. El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.
2. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la tabla 1.4.2.5.
3. Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración

Prefiltros / Filtros				
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 2	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 3	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 4	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 5	F6/GF(*) / F9	F6/GF(*) / F9	F6 / F7	G4 / F6

(*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración. El conjunto de filtración F6/GF/F9 se pondrá, preferentemente, en una unidad de pretratamiento de aire (UPA).

Clases de filtración, (Tabla 1.4.2.5 del RITE corregida)

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.

Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales servidos sean especialmente sensibles a la suciedad, después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.

Aplicando lo expuesto a nuestro edificio:

En función del uso de nuestro edificio la categoría de la calidad de aire sería la:

IDA 2 (aire de buena calidad); oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

Posteriormente podemos calcular el caudal mínimo de ventilación exigido aplicando el método anteriormente descrito:

IDA 2

12,5 dm³/s personas

La ocupación máxima de nuestro edificio es de 18 personas siendo el caudal máximo exigido:

$$Q_{\text{VENTILACION}} = 12,5 \times 18 \times 3,6 = 810 \text{ m}^3/\text{h}$$

Este caudal máximo, como hemos dicho, es el referente a la máxima ocupación.

Debido a la existencia de un horario laboral, el caudal de ventilación dependerá de éste ya que todos los ocupantes no están presentes todas las horas del día.

Para calcular las cargas por ventilación en verano se calcula con las siguientes expresiones:

Carga sensible en W:

$$Q_s = 0.349 \times q \times (T_e - T_i)$$

Carga latente en W:

$$Q_l = 0.814 \times q \times (w_e - w_i)$$

q = caudal de aire de ventilación en m^3/h

T_e = Temperatura exterior en $^{\circ}\text{C}$

T_i = Temperatura interior en $^{\circ}\text{C}$

w_e = Humedad específica para la condiciones exteriores en g/Kg

w_i = Humedad específica para las condiciones interiores en g/Kg

A continuación se expondrán las humedades específicas para cada temperatura exterior alcanzada durante los meses de verano:

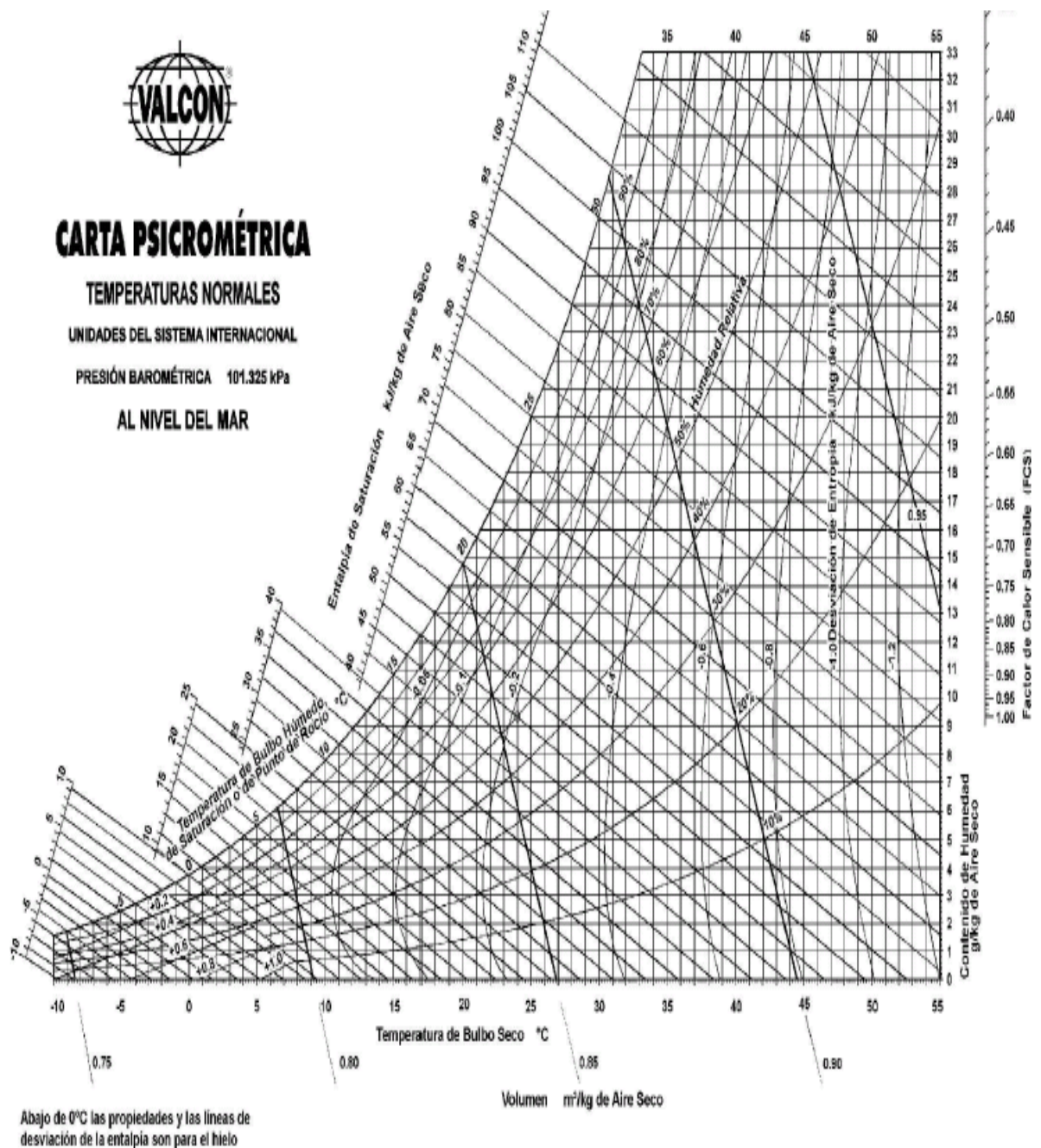
Debido a que no se requiere mucha precisión en el cálculo de las humedades específicas, estas se obtendrán a través del diagrama psicométrico:

Una carta psicométrica, es una gráfica de las propiedades del aire, tales como temperatura, h_r , volumen, presión, etc. Las cartas psicométricas se utilizan para determinar, cómo varían estas propiedades al cambiar la humedad en el aire.

En una carta psicométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

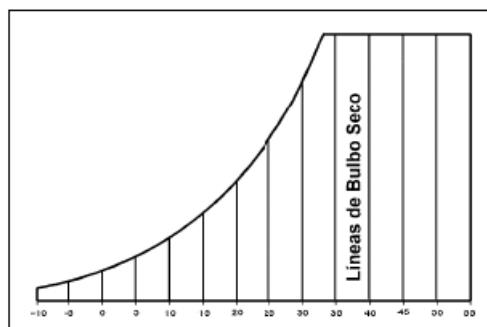
1. Temperatura de bulbo seco (t).
2. Temperatura de bulbo húmedo (th).
3. Temperatura de punto de rocío (tr)
4. Humedad relativa (hr).
5. Humedad específica (w).
6. Entalpía (h).
7. Volumen específico.

Conociendo dos de cualquiera de estas propiedades del aire, las otras pueden determinarse a partir de la carta



1. Temperatura de Bulbo Seco.- En primer término, tenemos la temperatura de bulbo seco. Como ya sabemos, es la temperatura medida con un termómetro ordinario.

Esta escala es la horizontal (abscisa), en la parte baja de la carta, Las líneas que se extienden verticalmente, desde la parte baja hasta la parte alta de la carta, se llaman líneas de temperatura de bulbo seco constantes.

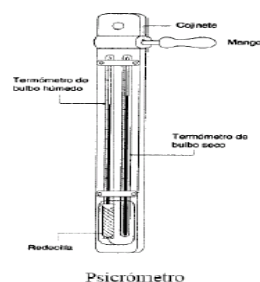
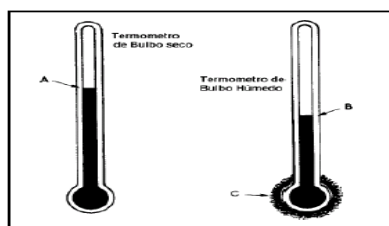


2. Temperatura de bulbo húmedo. A la temperatura normal de un aire se le suele llamar temperatura seca porque se refiere a la temperatura del aire sin tener en cuenta la humedad de este.

Básicamente, un termómetro de bulbo húmedo no es diferente de un termómetro ordinario, excepto que tiene una pequeña mecha o pedazo de tela alrededor del bulbo. Si esta mecha se humedece con agua limpia, la evaporación de esta agua disminuirá la lectura (temperatura) del termómetro. Esta temperatura se conoce como de «bulbo húmedo» (*th*).

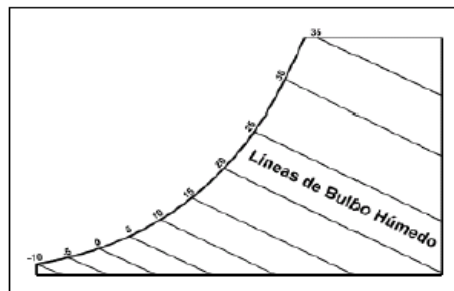
Si el aire estuviese saturado con humedad (100% hr), la lectura de la temperatura en el termómetro de bulbo húmedo, sería la misma que la del termómetro de bulbo seco. Sin embargo, la hr normalmente es menor de 100% y el aire está parcialmente seco, por lo que algo de la humedad de la mecha se evapora hacia el aire. Esta evaporación de la humedad de la mecha, provoca que la mecha y el bulbo del termómetro se enfríen, provocando una temperatura más baja que la del bulbo seco.

Mientras más seco esté el aire, más rápida será la evaporación de la humedad de la mecha. Así que, la lectura de la temperatura del bulbo húmedo, varía de acuerdo a qué tan seco esté el aire.



Cuando la HR es de 100% (saturación), las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y del punto de rocío son todas la misma. Abajo de 100% de hr, la temperatura del bulbo húmedo es siempre algo menor que la del bulbo seco y mayor que el punto de rocío.

La escala de temperaturas de bulbo húmedo, es la que se encuentra del lado superior izquierdo, en la parte curva de la carta psicrométrica. Las líneas de temperatura de bulbo húmedo constantes o líneas de bulbo húmedo, corren diagonalmente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, en un ángulo de aproximadamente 30° de la horizontal. También se les dice constantes, porque todos los puntos a lo largo de una de estas líneas, están a la misma temperatura de bulbo húmedo.

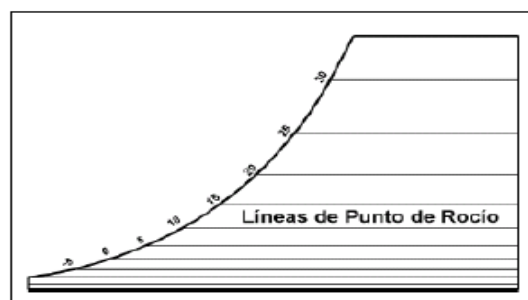


3. Temperatura de Punto de Rocío.- El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse.

También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinarse por su punto de rocío.

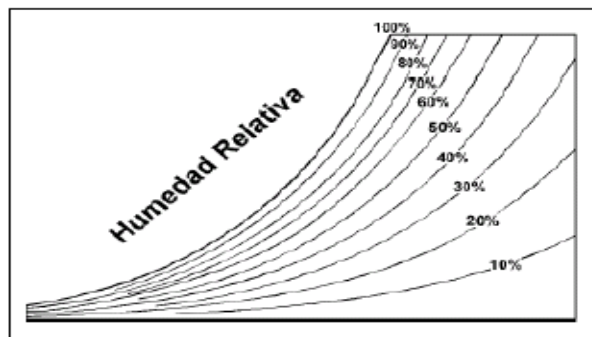
La temperatura a la que se inicia la condensación se denomina temperatura de punto de rocío. La escala para las temperaturas de punto de rocío es idéntica que la escala para las temperaturas de bulbo húmedo; es decir, es la misma escala para ambas propiedades. Sin embargo, las líneas de la temperatura de punto de rocío, corren horizontalmente de izquierda a derecha, no en forma diagonal como las de bulbo húmedo.

Cualquier punto sobre una línea de punto de rocío constante, corresponde a la temperatura de punto de rocío sobre la escala, en la línea curva de la carta.



4 .humedad relativa La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada. En una carta psicrométrica completa, las líneas de humedad relativa constante, son las líneas curvas que se extienden hacia arriba y hacia la derecha. Se expresan siempre en por ciento, y este valor se indica sobre cada línea.

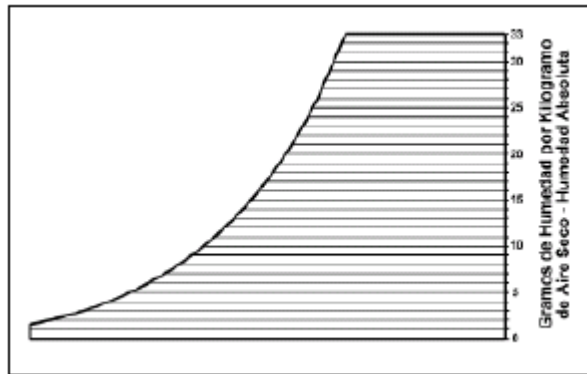
Como ya hicimos notar previamente, la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de punto de rocío, comparten la misma escala en la línea curva a la izquierda de la carta. Puesto que la única condición donde la temperatura de bulbo húmedo y el punto de rocío, son la misma, es en condiciones de saturación; esta línea curva exterior, representa una condición de saturación o del 100% de humedad relativa. Por lo tanto, la línea de 100% de *hr*, es la misma que la escala de temperaturas de bulbo húmedo y de punto de rocío.



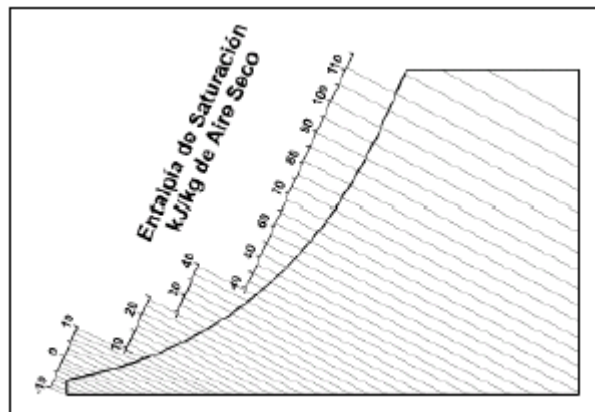
5 .humedad específica La humedad específica, o también llamada contenido de humedad, es el peso de vapor de agua en gramos por kilogramo de aire seco.

La humedad específica, se refiere a la cantidad de humedad en peso, que se requiere para saturar un kilogramo de aire seco, a una temperatura de saturación (punto de rocío) determinada

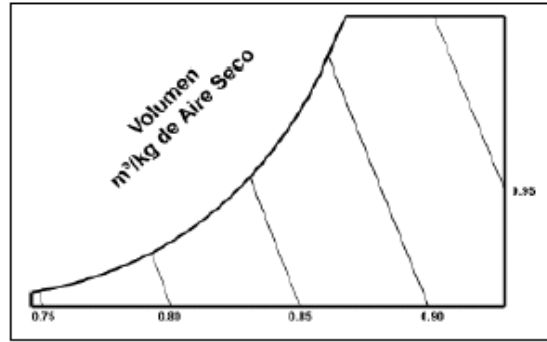
La escala de la humedad absoluta, es la escala vertical (ordenada) que se encuentra al lado derecho de la carta psicrométrica. Las líneas de humedad absoluta, corren horizontalmente de derecha a izquierda, y son paralelas a las líneas de punto de rocío y coinciden con éstas. Así pues, podemos ver que la cantidad de humedad en el aire, depende del punto de rocío del aire.



6 .Entalpía.- Las líneas de entalpía constantes en una carta psicrométrica, son las que se muestran en la figura. Debe notarse que estas líneas, son meramente extensiones de las líneas de bulbo húmedo; puesto que el calor total del aire, depende de la temperatura de bulbo húmedo. La escala del lado izquierdo lejana a la línea curva, da el calor total del aire en KJ/kg de aire seco, en el sistema internacional. Esta escala aumenta de -6 KJ/kg a la temperatura de - 10 °C de bulbo húmedo, hasta aproximadamente 115 KJ/kg a 33 °C de bulbo húmedo.

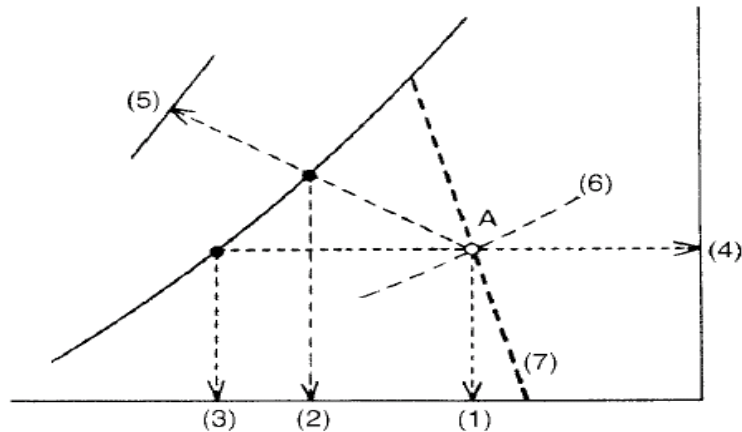


7. Volumen Específico.- En la figura se muestran las líneas del volumen específico constante en una carta psicrométrica. Estas líneas están en un ángulo aproximado de 60° con la horizontal, y van aumentando de valor de izquierda a derecha. Por lo general, el espacio entre cada línea, representa un cambio de volumen específico de 0.05 m³/kg. Cualquier punto que caiga entre dos de estas líneas, naturalmente debe ser un valor estimado. Si se desea saber la densidad del aire a cualquier condición, como ya sabemos, se debe dividir uno entre el volumen específico, puesto que la densidad es la inversa del volumen específico y viceversa.



El estado del aire húmedo se expresa en un punto del gráfico. El punto se indica mediante dos de cualquiera de las 7 características del aire. En otras palabras, si se conocen dos condiciones se pueden leer fácilmente otras cinco en el gráfico psicrométrico.

Los elementos siguientes expresan el estado en el punto A del gráfico psicrométrico.



- (1) temperatura de bulbo seco t [°C]
- (2) Temperatura de bulbo húmedo t_h [°C]
- (3) Temperatura de punto de rocío t_r [°C]
- (4) Humedad específica w [g / Kg]
- (5) Entalpía h [KJ/Kg]
- (6) Humedad relativa h_r [%]
- (7) Volumen específico V_e [m³ / kg]

De esta forma, conocidas las temperaturas secas y de bulbo húmedo exteriores correspondientes a las distintas horas de los meses de verano, podemos conocer a través de la carta psicrométrica las humedades específicas correspondientes.

h	Ts(°C)			Tbh(°C)			Ha(gvap/kqAS)		
	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto
6	17,8	18,4	18,4	15,5	15,5	15,5	9,785	9,53	9,53
8	25	25,6	25,6	16	16	16	7,334	7,08	7,08
10	28,6	29,2	29,2	17,2	17,2	17,2	7,206	6,95	6,95
12	32,2	32,8	32,8	18,3	18,3	18,3	7,014	6,76	6,76
14	35,2	35,8	35,8	19,1	19,1	19,1	6,746	6,49	6,49
15	35,8	36,4	36,4	19,1	19,1	19,1	6,494	6,24	6,24
16	35,2	35,8	35,8	19,1	19,1	19,1	6,746	6,49	6,49
18	33,1	33,7	33,7	18,5	18,5	18,5	6,881	6,63	6,63
20	29,7	30,3	30,3	17,4	17,4	17,4	6,981	6,73	6,73
22	26,7	27,3	27,3	16,6	16,6	16,6	7,305	7,05	7,05
24	23,3	23,9	23,9	15,5	15,5	15,5	7,487	7,24	7,24

Sabiendo que las condiciones interiores de nuestro local son:

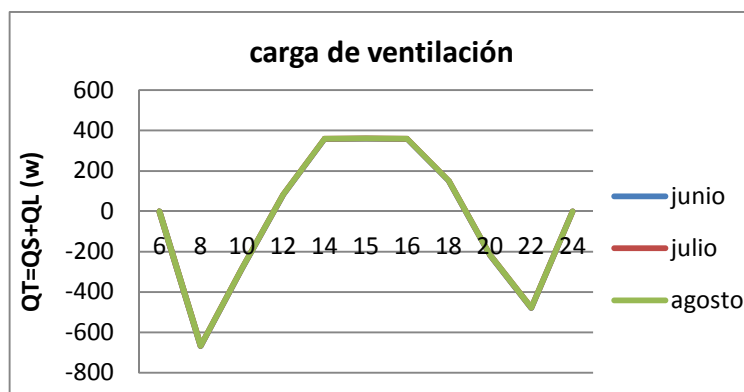
Ti=25°C

HR=50%

Wi =9, 8 g/KgAS

Podremos calcular la carga sensible como latente debido a la ventilación:

VENTILACION						
h	QS junio	QL junio	QS julio	QL julio	QS agosto	QL agosto
6	0	0	0	0	0	0
8	0,00	-1604,28	167,35	-1767,47	167,35	-1767,47
10	1004,11	-1687,47	1171,47	-1850,88	1171,47	-1850,88
12	2008,23	-1812,49	2175,58	-1976,10	2175,58	-1976,10
14	2844,99	-1986,89	3012,34	-2150,65	3012,34	-2150,65
15	3012,34	-2150,65	3179,70	-2314,41	3179,70	-2314,41
16	2844,99	-1986,89	3012,34	-2150,65	3012,34	-2150,65
18	2259,26	-1898,66	2426,61	-2062,31	2426,61	-2062,31
20	1310,93	-1833,93	1478,28	-1997,38	1478,28	-1997,38
22	474,17	-1623,23	641,52	-1786,53	641,52	-1786,53
24	0	0	0	0	0	0



Como se observa en el gráfico la carga por ventilación es prácticamente igual para los meses de estudio.

6.3.2. Cargas internas

6.3.2.1 Cargas por ocupación

El cuerpo humano produce transformaciones exotérmicas cuya intensidad depende del individuo y de su actividad física. El calor que se transmite es tanto sensible (radiación hacia las paredes y convección en la epidermis y vías respiratorias) y latente (evaporación en la epidermis y vías respiratorias).

La tabla A12 *Potencia térmica desprendida por ocupantes* (tabla situada en Anexos Volumen A: tablas) nos da valores típicos basados en la experiencia, dependiendo de la temperatura seca del local y de la actividad a desarrollar, según la aplicación

La carga térmica por ocupantes se puede estimar a través de la ganancia térmica como:

Carga sensible: $Q_s = n \cdot q_s$

Carga latente: $Q_l = n \cdot q_l$

n = número de personas.

q_s y q_l = carga sensible y latente por ocupante, (obtenida mediante la tabla A12 antes mencionada)

Siendo la carga total debida a ocupantes la suma de la carga sensible y de la carga latente.

El número de personas que trabajan en nuestro edificio de oficinas es de 18 personas, 12 personas/m², estas personas se distribuyen en función del horario de trabajo, siendo el número de personas que se encuentran en el edificio a las distintas horas de una semana laboral el que se muestran a continuación:

Horario ocupacion				
HORAS	L-V(%N)	Sabado(%N)	L-V(person S(personas)	
6	0	0	0	0
8	10	10	2	2
10	90	30	16	5
12	90	30	16	5
14	90	10	16	2
15	40	10	7	2
16	40	10	7	2
18	90	10	16	2
20	90	0	16	0
22	10	0	2	0
24	0	0	0	0

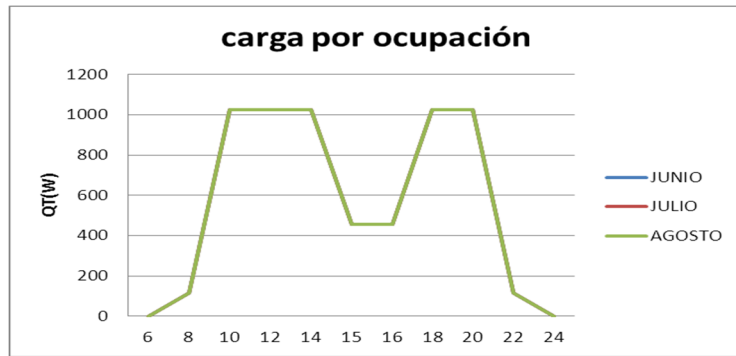
Este horario se mantiene durante todo el año excepto durante el periodo vacacional, constituido por tres semanas de agosto.

De la tabla A12 *potencia térmica desprendida por ocupantes*, sabemos que para una temperatura del local de 25°C y una actividad de empleado de oficina la carga sensible y latente por ocupación es la siguiente:

qs(25°C)empleado oficina	67	W/personas
ql(25°C)empleado oficina	64	w/personas

Por lo que para las distintas horas que forman un día laboral, de cada mes de verano, las cargas por ocupación son las que se muestran en la tabla adjunta:

CARGAS INTERNAS OCUPACION QT=Qs+Ql (W)									
HORAS	QS JUNIO	QL JUNIO	QT JUNIO	QS JULIO	QL JULIO	QT JULIO	QS AGOSTO	QL AGOSTO	QT AGOSTO
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	118,99	113,66	232,656	118,992	113,66	232,66	118,992	113,66	232,656
10	1070,93	1022,98	2093,904	1070,928	1022,98	2093,90	1070,928	1022,98	2093,904
12	1070,93	1022,98	2093,904	1070,928	1022,98	2093,90	1070,928	1022,98	2093,904
14	1070,93	1022,98	2093,904	1070,928	1022,98	2093,90	1070,928	1022,98	2093,904
15	475,97	454,66	930,624	475,968	454,66	930,62	475,968	454,66	930,624
16	475,97	454,66	930,624	475,968	454,66	930,62	475,968	454,66	930,624
18	1070,93	1022,98	2093,904	1070,928	1022,98	2093,90	1070,928	1022,98	2093,904
20	1070,93	1022,98	2093,904	1070,928	1022,98	2093,90	1070,928	1022,98	2093,904
22	118,99	113,66	232,656	118,992	113,66	232,66	118,992	113,66	232,656
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0



6.3.2.2. Carga por iluminación

La iluminación de un local a acondicionar constituye una generación interna de calor sensible que debe ser considerada.

La transformación de la potencia consumida en alumbrado en ganancia térmica depende del tipo de iluminación seleccionado:

- Las lámparas incandescentes transforman aproximadamente el 10% de la energía eléctrica absorbida en energía luminosa, mientras que el 90% restante se convierte en calor que es disipado por radiación (del orden del 75%) y convección - conducción (el 15% restante).

- Las lámparas fluorescentes transforman el 25% de la potencia absorbida en energía luminosa, otro 25% es emitido en forma de radiación hacia las superficies colindantes y el 50% restante es disipado por conducción y convección. Debe añadirse aproximadamente un 20% de calor suplementario que es generado por las reactancias de las lámparas.

La carga térmica por iluminación se calcula mediante:

Alumbrado incandescente

$$Q_s = P$$

Alumbrado fluorescente

$$Q_s = 1,25 \times P$$

Siendo P la potencia en W de iluminación

Nuestro edificio en estudio cuenta con un alumbrado formado por lámparas fluorescentes suspendidas y con una potencia instalada de 12w/m².

La potencia de iluminación dependerá del horario laboral y por tanto de la ocupación que contemos en ese instante, siendo la distribución de la potencia útil en iluminación a lo largo de una semana laboral la que se refleja a continuación:

horario iluminación				
Horas	L-v(%P ilum)	S(%Pilum)	L-V (W)	S(W)
6	0	0	0	0
8	10	10	255,744	255,744
10	90	30	2301,696	767,232
12	90	30	2301,696	767,232
14	90	10	2301,696	255,744
15	40	10	1022,976	255,744
16	40	10	1022,976	255,744
18	90	10	2301,696	255,744
20	90	0	2301,696	0
22	10	0	255,744	0
24	0	0	0	0

Siendo el calor generado por la iluminación en los meses en estudio:

ILUMINACION			
h	Qs	Qs	Qs
	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0
8	319,68	319,68	319,68
10	2877,12	2877,12	2877,12
12	2877,12	2877,12	2877,12
14	2877,12	2877,12	2877,12
15	1278,72	1278,72	1278,72
16	1278,72	1278,72	1278,72
18	2877,12	2877,12	2877,12
20	2877,12	2877,12	2877,12
22	319,68	319,68	319,68
24	0	0	0

6.3.2.3. Carga por equipamiento interno.

Las máquinas que se encuentran situadas en el interior de un local emiten una cierta energía bajo forma de calor y algunas de ellas también desprenden humedad. El valor de estas cargas hay que estimarlas mediante las tablas A13 Y A14 *cargas emitidas por aparatos eléctricos y a gas* respectivamente (situadas en Anexos Volumen A: Tablas)

En general para cualquier otro aparato que no venga en las tablas anteriores se puede estimar una carga aproximadamente igual a su potencia eléctrica.

Nuestro edificio cuenta con una potencia de los equipos de 20 W/m², la fracción sensible corresponde a un 90% de la potencia instalada y un 10% a la latente.

El horario de uso de los equipos emisores de energía es el siguiente:

Horario uso equipos				
HORAS	L-v(%Pequip)	S(%Pequip)	L-V(Pequipo)	Σ(Pequipo)
6	0	0	0	0
8	10	10	426,24	426,24
10	90	30	3836,16	1278,72
12	90	30	3836,16	1278,72
14	90	10	3836,16	426,24
15	40	10	1704,96	426,24
16	40	10	1704,96	426,24
18	90	10	3836,16	426,24
20	90	0	3836,16	0
22	10	0	426,24	0
24	0	0	0	0

Siendo las cargas sensibles y latentes emitidas por los equipos:

EQUIPOS			
QT=QS+QL	QT(W)	QT(W)	QT(W)
h	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0
8	426,24	426,24	426,24
10	3836,16	3836,16	3836,16
12	3836,16	3836,16	3836,16
14	3836,16	3836,16	3836,16
15	1704,96	1704,96	1704,96
16	1704,96	1704,96	1704,96
18	3836,16	3836,16	3836,16
20	3836,16	3836,16	3836,16
22	426,24	426,24	426,24
24	0	0	0

6.3.3. Otras cargas. Coeficiente de seguridad

Además de todas las cargas consideradas hasta aquí, existen otros conceptos que no han sido tenidos en cuenta, como son las fugas en conductos, recalentamientos en conductos de retorno, elementos de la propia instalación como los ventiladores, etc. Estas cargas son de difícil cálculo, por lo que suelen unirse y ser consideradas dentro de un coeficiente de seguridad que varía en la práctica entre un 5 y un 10% de la carga total.

6.3.4. Hoja de cargas del edificio

El procedimiento descrito anteriormente permite calcular la carga del local en las circunstancias que deseemos. Si observamos, dentro de los conceptos variables que aportan la carga, la ganancia solar y la transmisión vemos, que no siempre coinciden los valores máximos de ambos.

Las Hojas de Carga corresponden al máximo de transmisión, que coincide con las condiciones exteriores más desfavorables y al máximo de ganancia solar

A continuación, se adjunta La hoja de carga del edificio, es decir, las correspondiente al máximo de transmisión (agosto 15 h) y al máximo de ganancia solar (agosto 12 h)

CARGAS TERMICAS DE REFRIGERACION										
1.CARGAS POR INSOLACION SUPERFICIES TRANSLUCIDAS (Agosto 12h)										
orientacion	cerramiento	radiacion	superficie	k1	k2	k3	k4	k5	k6	QS(W)
N	ventana	112	22,03	1	0,73	1	0,9	1,015	0,86	1422,13
S	ventana	469	21,1	1	0,73	0,4	0,9	1,015	0,86	2280,82
E	ventana	120	12,95	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,86	445,88
O	ventana	496	8,723	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,87	1248,58
TOTAL CARGA POR INSOLACION										
										5397,41

2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA (AGOSTO 15h)					
orientacion	cerramiento	K	S	DTE	Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>					
N	fachada	0,51	66,1	1,95	65,74
S	fachada	0,51	67,03	2,6	88,88
E	fachada	0,51	21,95	4,55	50,93
O	fachada	0,51	26,17	4,55	60,73
					266,28
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>					
N	Ventana	1,74	22,03	10,8	413,99
S	Ventana	1,74	21,1	10,8	396,51
E	Ventana	1,74	12,95	10,8	243,36
O	Ventana	1,74	8,723	10,8	163,92
					1217,78
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>					
	cubierta	0,36	213,12	6,5	498,70
	suelo	0,85	213,12	0	0
					498,70
<u>2.3.Transmision superficies opacas interiores</u>					
e1	Particion Int	0,612	22,84	5,4	75,53
	Particion Int	0,612	10,45	5,4	34,57
e5	Particion Int	0,612	13,764	5,4	45,51
e6	Particion Int	0,612	28,53	5,4	94,35
					249,95
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN					2232,71

3.CARGA INTERIOR DEL LOCAL (Agosto 15h)						
CONCEPTO	n	qs(W/ud)	ql(w/ud)	QS(w)	QL(w)	QT(w)
ocupacion	16	67	64	1070,93	1022,976	2093,904
Al.fluorescent	90%	2301,696		2877,12		2877,12
aparatos	90%	3836,16	3836,16	3452,544	383,62	3836,16
TOTAL CARGA INTERIOR				7400,592	1406,59	8807,184
1.MAXIMA CARGA POR INSOLACION				5397,41		5397,41
2.MAXIMA CARGA POR TRANSMISION				2232,71		2232,71
3.MAXIMA CARGA INTERIOR				7400,59	1406,59	8807,184
TOTAL carga local (W)				15030,72	1406,59	16437,31
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO	%S	%L		QS	QL	QT
Seguridad	10	10		1503,07	140,66	1643,73
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				1503,07	140,66	1643,73
5.VENTILACION (AGOSTO 15h)						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	18	810		3053,05	-2179,71	873,34
1.CARGA LOCAL				15030,72	1406,59	16437,31
2.CARGA SUPLEMENTARIA				1503,07	140,66	1643,73
3.CARGA DE AIRE ETERIOR				3053,05	-2179,71	873,34
		TOTAL (W)		19586,84	-632,46	18954,38

Esta carga calculada es la potencia que debe proporcionar el equipo acondicionador para conseguir una situación de confort en el edificio.

6.3.5 .Hoja de carga de los espacios a condicionar

Nuestro edificio posee espacios que no son necesarios acondicionar por lo que se procede al cálculo de las cargas en aquellos espacios que sí lo son.

El cálculo se realizará de la misma manera teniendo en cuenta las superficies útiles que interviene y se encuentra detallado en Anexos Volumen C: Cálculos

1. espacio E02

CARGAS TERMICAS DE REFRIGERACION										
1.CARGAS POR INSOLACION SUPERFICIES TRANSLUCIDAS (JUNIO 8H)										
orientacion	cerramiento	radiacion	superficie	k1	k2	k3	k4	k5	k6	QS(W)
N	ventana	94	4,91	1	0,73	1	0,9	1,015	0,86	266,02
S	ventana	93	2,58	1	0,73	0,4	0,9	1,015	0,86	55,30
E	ventana	680	6,61	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,86	1289,66
O	ventana	85	0	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,87	0,00
TOTAL CARGA POR INSOLACION										1610,98

2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA (AGOSTO 15h)					
orientacion	cerramiento	K	S	DTE	Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>					
N	fachada	0,51	14,71	1,95	14,63
S	fachada	0,51	7,7	2,6	10,21
E	fachada	0,51	19,83	4,55	46,02
O	fachada	0,51	0	4,55	0,00
					70,85
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>					
N	Ventana	1,74	4,91	10,8	92,27
S	Ventana	1,74	2,58	10,8	48,48
E	Ventana	1,74	6,61	10,8	124,22
O	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
					264,97
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>					
	cubierta	0,36	29,97	6,5	70,13
	suelo	0,85	29,97	0	0
					70,13
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN					405,95

3.CARGA INTERIOR DEL LOCAL (Agosto 15h)						
CONCEPTO	n	qs(W/ud)	ql(w/ud)	QS(w)	QL(w)	QT(w)
ocupacion	2	67	64	150,60	143,856	294,45525
Al.fluorescent	90%	323,676		404,595		404,60
aparatos	90%	539,46	539,46	485,514	53,95	539,46
TOTAL CARGA INTERIOR				1040,70825	197,80	1238,51025

1.MAXIMA CARGA POR INSOLACION			1610,98		1610,98
2.MAXIMA CARGA POR TRANSMISION			405,95		405,95
3.MAXIMA CARGA INTERIOR			1040,71	197,80	1238,51025
TOTAL carga local (W)			3057,64	197,80	3255,45

4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO	%S	%L	QS	QL	QT	
Seguridad	10	10	305,76	19,78	325,54	
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)			305,76	19,78	325,54	

5.VENTILACION (AGOSTO 15h)						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)	QS	QL	QT	
12,5	2	101,14875	381,25	-272,19	109,06	

1.CARGA LOCAL			3057,64	197,80	3255,45
2.CARGA SUPLEMENTARIA			305,76	19,78	325,54
3.CARGA DE AIRE ETERIOR			381,25	-272,19	109,06
		TOTAL (W)	3744,66	-54,61	3690,05

Se presentan en el Anexos volumen D: Resultados, las hojas de cargas para los distintos espacios del edificio en estudio, mientras que el procedimiento para su obtención está desarrollado en el Anexo Volumen C: Cálculos.

En la siguiente tabla podemos ver el resumen de las potencias necesaria de refrigeración asociada a cada espacio.

espacio	Q(w)
E01	No acondicionado
E02	3690,05
E03	392,95
E04	958,09
E05	1416,07
E06	No acondicionado
E07	No acondicionado
E08	7945,33
total	14402,49

Desglosando la tabla de potencias referidas a cada espacio:

tabla resumen del calculo cargas verano

			ocupación				equipos		ventilación		seguridad		total			
espacios	superficie	ocupacion	solar(w)	muros(w)	sensible(w)	latente(w)	iluminación(w)	sensible(w)	latente(w)	sensible(w)	latente (w)	sensible(w)	latente(w)	Qsensible	Qlatente	Qt
E01	17,5	1														
E02	37,58	3	1610,98	405,95	150,6	143,85	404,59	485,51	53,95	381,25	-272,19	305,76	19,78	3744,64	-54,61	3690,03
E03	7,5	1	0	22,48	37,69	36	101,25	121,5	13,5	95,41	-68,12	28,29	4,95	406,62	-13,67	392,95
E04	11,02	1	291,86	87,28	55,38	52,89	148,77	178,52	19,84	140,19	-100,09	76,18	7,27	978,18	-20,09	958,09
E05	17,49	1	330,77	175,93	87,89	83,95	236,12	283,33	31,48	222,49	-158,85	111,4	11,54	1447,93	-31,88	1416,05
E06	12,99	1														
E07	20,14	2														
E08	88,9	7	2144,6	1110,54	446,72	426,72	1200,15	1140,18	160,03	1130,9	-807,4	634,22	58,57	7807,31	-162,08	7945,23
total	213,12	18	4378,21	1802,18	778,28	743,41	2090,88	2209,04	278,8	1970,24	-1406,65	1155,85	102,11	14384,68	-282,33	14402,4

6.4 Cálculo de la carga punta y carga máxima simultánea

Con la carga punta, se dimensionan los elementos comunes: grupo frigorífico y climatizador. Los elementos específicos de la instalación del local tal como los conductos, difusores, rejillas de aire y tuberías no pueden proyectarse para la suma de las cargas puntas de los locales, salvo en el caso de que estas puntas se produzcan simultáneamente.

Aparece así el concepto de carga máxima simultánea, que es la máxima carga que se da a la vez en todos los locales.

Para el cálculo de la carga punta del edificio, se suman todas las cargas de cada espacio, Qt, a las distintas horas y para los distintos meses de estudio

h	E2			E3		
	junio	Qt(w) julio	agosto	junio	Qt(w) julio	agosto
6	862,47	713,61	95,48	-50,78	-48,02	-48,02
8	1391,72	1406,17	1333,83	-41,46	-38,55	-38,55
10	2773,74	2825,42	2891,74	280,02	282,91	282,91
12	2576,49	2627,93	2662,17	323,99	326,88	326,88
14	2758,30	2801,69	2843,38	359,86	362,74	362,74
15	1846,12	1881,50	1871,07	191,79	194,67	194,67
16	1729,04	1747,22	1702,91	190,66	193,55	193,55
18	2432,76	2356,34	2093,15	337,44	340,33	340,33
20	1572,60	1609,07	1609,07	295,46	298,35	298,35
22	-70,41	-33,91	-33,91	-11,12	-8,22	-8,22
24	-243,11	-207,32	-207,32	-20,75	-17,99	-17,99

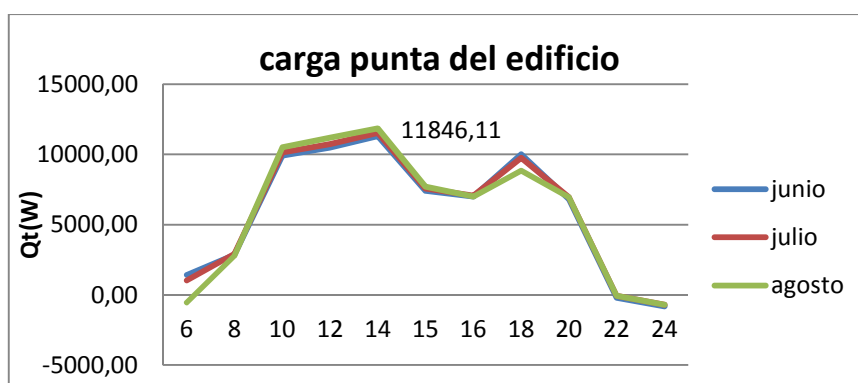
h	E4			E5			E8			
	agosto	junio	Qt(w) julio	agosto	junio	Qt(w) julio	agosto	junio	Qt(w) julio	agosto
6	-48,02	-101,47	-97,25	-107,85	-174,56	-165,06	-177,07	877,37	627,32	-302,70
8	-38,55	-10,08	-1,94	17,32	-30,33	-16,30	5,53	1541,81	1578,67	1468,74
10	282,91	559,70	588,94	659,69	847,80	885,74	965,93	5454,39	5568,97	5719,79
12	326,88	698,29	731,52	809,93	1051,41	1093,87	1182,72	5828,84	5953,57	6213,62
14	362,74	716,30	745,58	815,69	1110,90	1148,88	1228,34	6359,48	6467,65	6595,96
15	194,67	426,16	447,70	499,77	672,06	701,27	760,28	4263,64	4346,99	4372,16
16	193,55	390,11	398,16	419,18	627,58	641,50	665,32	4055,62	4095,10	4029,66
18	340,33	559,10	563,67	553,68	906,93	916,90	905,58	5772,20	5584,93	4960,13
20	298,35	453,24	461,12	461,12	741,88	755,61	755,61	3756,13	3832,56	3832,56
22	-8,22	-14,49	-6,60	-6,60	-7,80	5,95	5,95	-95,42	-18,92	-18,92
24	-17,99	-49,20	-41,52	-41,52	-69,82	-56,40	-56,40	-446,99	-372,19	-372,19

A Los valores marcados en rojo nos referiremos después.

El edificio, como suma de los espacios, obtiene la caga punta a las 14h:

h	Carga punta edificio		
	junio	julio	agosto
6	1413,0	1030,6	-540,2
8	2851,7	2928,1	2786,9
10	9915,6	10152,0	10520,1
12	10479,0	10733,8	11195,3
14	11304,8	11526,5	11846,1
15	7399,8	7572,1	7698,0
16	6993,0	7075,5	7010,6
18	10008,4	9762,2	8852,9
20	6819,3	6956,7	6956,7
22	-199,2	-61,7	-61,7
24	-829,9	-695,4	-695,4

Carga punta del edificio: 11,846Kw



La carga máxima simultánea es la suma de las cargas máximas en cada espacio, siendo estas los valores en rojos antes mencionados, que como veíamos se producían todas en agosto pero a horas diferentes:

CARGA MAXIMA SIMULTANEA(W)			
ESPACIO	HORA		QTmax(W)
	10h	14h	
E01	No acondicionado		
E02	2891,74		
E03		362,74	
E04		815,69	
E05		1228,34	
E06	No acondicionado		
E07	No acondicionado		
E08		6595,96	
Qtmax(w)	2891,74	9002,73	11894,47

Carga máxima simultanea del edificio: 11,89Kw

6.5 Cálculo de las cargas térmicas de calefacción

La valoración de las cargas de calefacción sirve para seleccionar el equipo de calefacción. Normalmente se calcula dicha carga considerando las temperaturas invernales que se producen generalmente de noche, por este motivo no se tienen en consideración las ganancias de calor producidas por fuentes internas

Para el cálculo de las cargas de calefacción solo tenemos en cuenta la transmisión de calor a través de los cerramientos, la debida a la ventilación y una última aportación no contemplada en la carga de refrigeración, que es la pérdida de calor producida a través del terreno. Para el cálculo de ésta última tomaremos una temperatura de terreno de 6,7°C como indicaremos más adelante.

Las fórmulas utilizadas en el cálculo de transmisión a través de cerramientos y ventilación son las mismas que en verano solo que variaremos los valores de temperatura y humedad absoluta tomando los valores de las condiciones interiores y exteriores en invierno.

1. condiciones exteriores en invierno

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)					
TSMIN (°C)	TS 99,6 (°C)	TS 99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoln (%)	OMA (°C)
-6,1	-0,8	0,3	8,9	69	35,6

Dónde:

Tsmin es la T exterior mínima observada en el periodo

Ts (99,6) es la T seca de Madrid con un percentil de 99,6 (porcentaje de horas anuales en los que la temperatura de la localidad es sobrepasado por un cierto valor, es decir, el valor de la temperatura seca de una localidad con un nivel percentil del 99,6 % supone que queda un 0,4% de las horas anuales en las que podemos tener temperaturas inferiores, un número de horas de $24 \cdot 365 \cdot 0,4 / 100 = 35$ h la temperatura de dicha localidad está por debajo de este valor).

Ts (99) temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99%, siendo estas la temperatura normal de diseño para la mayor parte de los edificios.

OMDC: oscilación media diaria (°C) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 99%.

HUMcoin: Humedad relativa media coincidente (%) (se da a la vez que se tiene el nivel percentil del 99% en temperatura seca).

OMA: oscilación media anual de temperatura seca (°C). Se define como la diferencia de la temperatura seca con un nivel percentil del 0,4% respecto a la temperatura seca con un 99,6%, es decir:

$$OMA = TSC (0,4\%) - TS (99,6\%).$$

TSC (0,4%): temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 0,4%.

Para el cálculo de la temperatura del terreno usaremos la expresión aportada en el Anexo 7 de la guía *condiciones climáticas exteriores proyectos* (IDEA), ya que para la estación meteorológica considerada no se detallan sus valores medios mensuales.

$$T_{\text{terreno}} = 0,0068 T_{\text{amb}}^2 + 0,963 T_{\text{amb}} + 0,6865$$

La temperatura ambiente del mes considerado, enero, es la que se detalla en la tabla siguiente aportada por la misma guía, para la estación meteorológica en cuestión.

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	6,0	7,3	280	434	0	2,2	
Febrero	7,8	9,3	206	346	0	3,1	
Marzo	10,9	12,5	143	284	1	4,3	
Abril	12,6	14,3	103	227	6	5,4	
Mayo	17,0	18,6	41	128	35	6,3	
Junio	23,2	25,0	3	28	123	7,6	
Julio	25,4	27,2	1	11	177	7,6	
Agosto	24,8	26,5	0	12	160	6,7	
Septiembre	20,5	22,4	6	49	65	5,1	
Octubre	14,9	16,6	50	167	7	3,2	
Noviembre	9,0	10,4	181	329	0	2,2	
Diciembre	6,3	7,5	270	425	0	1,7	

Rosa de los vientos: velocidad media 2,27 m/s

(Tabla 12, fuente IDAE)

Dónde:

TA: temperatura seca media mensual (°C).

TASOL: temperatura seca media mensual durante las horas de sol (°C).

TTERR: temperatura media mensual del terreno (°C) a una profundidad de 20 cm.

RADH: radiación media diaria sobre superficie horizontal en forma mensual (kWh/m²).

GD15/15: grados día de calefacción con base 15/15 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 15 °C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores negativos (se expresa finalmente en número absoluto dicho valor).

GD20/20C: grados día de calefacción con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20 °C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores negativos (se expresa finalmente en número absoluto dicho valor).

GD20/20R: grados día de refrigeración con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20 °C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores positivos.

Siendo nuestras condiciones exteriores:

T seca (°C)=0,3

Hr (%)=69

T Húmeda (°C)=-2,15

Humedad absoluta (g/kg) =3,1

Entalpía (KJ/kg) =6

Temperatura terreno=6,7°C

2. condiciones interiores en invierno

Nos basaremos en la normativa R.I.T.E de selección de condiciones de confort.

T seca (°C)=22

HR=55%

T. Húmeda (°C) 16,1

Humedad absoluta (g/kg) 9,1

Entalpía (KJ/kg) = 45,1

A continuación se presenta la hoja de cargas térmicas en invierno para el espacio E02

CARGAS CALEFACCION						
Local	e02					
S(m2)	37,58					
Text	0,3	HRext	69%			
Tint	22	HRint	55%			
2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA						
orientacion	cerramiento	K	S	DTE		Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>						
N	fachada	0,51	14,71	21,7		162,80
S	fachada	0,51	7,76	21,7		85,88
E	fachada	0,51	19,83	21,7		219,46
O	fachada	0,51	0	21,7		0,00
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>						
N	Ventana	1,74	4,91	21,7		185,39
S	Ventana	1,74	2,58	21,7		97,42
E	Ventana	1,74	6,61	21,7		249,58
O	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>						
	cubierta	0,36	37,58	21,7		293,57
	suelo	0,85	37,58	16		511,09
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN						1805,18
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO		%S	%L	QS	QL	QT
Seguridad		10	10	101,61	68,09	169,70
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				101,61	68,09	169,70
4.VENTILACION						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	3,13166667	140,925		1016,12	680,874253	1696,99
1.CARGA LOCAL						
				1805,18		1805,18
2.CARGA SUPLEMENTARIA						
				101,61	68,09	169,70
3.CARGA DE AIRE ETERIOR						
				1016,12	680,874253	1696,99
TOTAL PT (W)				2922,91	748,96	3671,88

El resto de hojas de carga de calefacción, para los distintos espacios, se presentaran en los Anexos Volumen D: Resultados

Tabla Resumen de las cargas de calefacción:

		Aire exterior	Aire exterior
espacio	Muros(W)	Sensible(w)	Latente(w)
E02	1805,18	1016,12	680,87
E03	201,76	202,79	135,88
E04	427,66	297,97	199,66
E05	726,59	472,91	316,88
E08	3926,81	6570,93	1771,76

5 .DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

De entre las diferentes alternativas existentes, se ha elegido para el tratamiento de nuestros locales un sistema “todo aire”

Para la climatización de los locales se ha optado por una instalación con difusores de techo en las estancias y un climatizador central de tratamiento de aire primario.

El sistema de distribución de agua es a dos tubos de forma que se puede proporcionar agua caliente en invierno y agua fría en verano.

Una UTA (Unidades de Tratamiento de Aire) es la encargada de tomar el aire de ventilación necesario en cada local y llevarlo hasta las condiciones del mismo. El aporte de este aire es conducido a través de un conducto rectangular hasta los difusores de impulsión.

La extracción del aire de estos locales es conducida de nuevo al climatizador, de manera que se pueda aprovechar la energía térmica para calentar o enfriar el aire de renovación.

La UTA dispone de un sistema free-cooling que consiste en cortar el suministro de agua fría a la batería, y tomar todo el aire del exterior cuando la temperatura ambiente sea menor que la necesaria en el local; es decir simplemente ventilamos, mediante la apertura de la toma de aire exterior de la caja de mezcla.

La producción de agua fría y caliente necesaria para realizar el intercambio en la batería de la UTA, se llevará a cabo mediante una bomba de calor condensada por aire, situada en la cubierta del edificio. De aquí partirán las redes de tuberías que llevarán el agua a la batería de la UTA.

Para la distribución del aire proveniente del climatizador se emplearán conductos rectangulares de acero galvanizado que discurrirán a través de los patinillos y falso techo hasta llegar a los difusores. El retorno de aire será conducido a través de las rejillas y la red de extracción hasta el climatizador.

La instalación contará con un grupo hidráulico formado por bombas, depósito de inercia y vaso de expansión, que será el encargado del movimiento del agua a través de la instalación.

Las bombas a utilizar serán dobles en el circuito primario e irán dispuestas en paralelo para evitar un posible fallo de la instalación.

El sistema de climatización cuenta a su vez con dos subsistemas:

1. circuito primario

Éste está formado por todos aquellos equipos y dispositivos encargados de la generación de la energía térmica, calorífica y frigorífica, así como de su transporte y distribución desde los equipos generadores hasta los consumidores.

El sistema de producción de agua fría o caliente es centralizado con una bomba de calor a dos tubos condensada por aire, que alimenta a la batería de la unidad de tratamiento de aire de caudal constante.

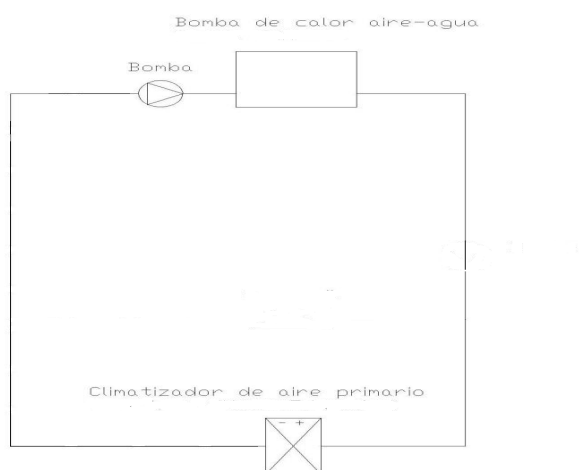


Ilustración 2: Esquema de funcionamiento del circuito primario

2. circuito secundario

Formado por todos aquellos equipos y dispositivos encargados del tratamiento y la distribución del aire a los locales por la red de conductos. Entre estos, se encuentran las Unidades de Tratamiento del Aire (UTA) constituidas a su vez por la sección de las baterías, la sección de humidificación y la de ventiladores etc.

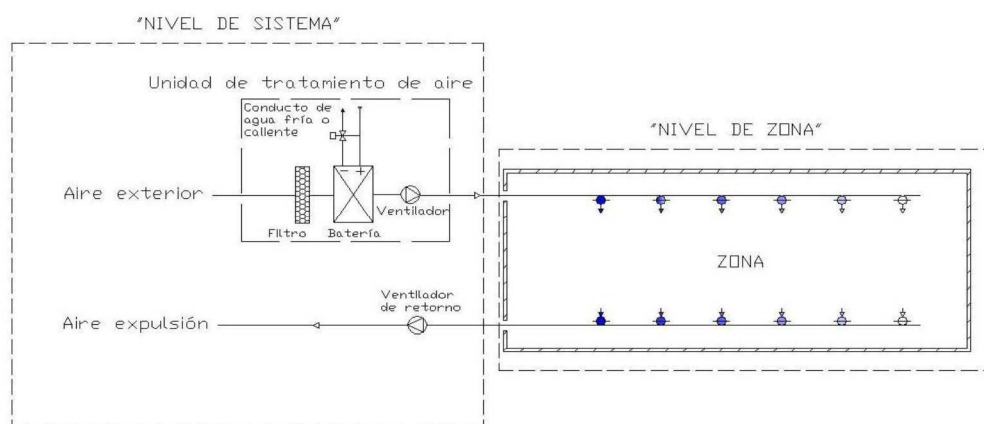


Ilustración 3: Esquema de funcionamiento del circuito secundario

7.1. Tipos de sistemas de climatización con agua.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios 2007 (RITE) impone condiciones de ventilación, filtrado del aire y recuperación de calor que definen los sistemas que pueden ser aplicados. En el caso de las instalaciones de climatización con agua deberá diseñarse un sistema de tipo mixto o todo aire.

Sistemas mixtos

Se trata de un sistema que incluye unidad de tratamiento de aire (UTA) y unidades terminales de agua (fancoils).

- En la UTA el aire se filtra y se introducirá a los locales. En su caso, el aire podrá ser tratado térmicamente mediante baterías de frío y/o calor, mediante un recuperador de calor o mediante ambos.
- Las unidades terminales de agua (fancoils) son unidades de tipo cassette, pared, suelo, techo o conductos que se emplean para climatizar los locales.

Sistemas todo aire

En los sistemas todo aire, la unidad de tratamiento de aire (UTA) se encarga no solo del aire de ventilación sino también de la climatización de los locales. La UTA podrá ser de 2 o 4 tubos y en algunos casos deberá estar provista de recuperador de calor y enfriamiento adiabático.

El RITE actual obliga a instalar recuperadores de calor cuando el caudal de aire expulsado por medios mecánicos sea superior a 0,5 m³/s (IT 1.2.4.5.2). El aire expulsado por medios mecánicos a los que se refiere el RITE está relacionado con el aire de ventilación, que a su vez está relacionado con la ocupación y con la calidad del aire de la ventilación.

En este sentido, a falta de un cálculo detallado de difícil realización, se puede considerar que el aire expulsado es un 80% del aire de ventilación.

Ocupación para recuperador de calor*			
	Calidad IDA	Caudal l/s por persona	Ocupación para recuperador
Clinica	1	20	32
Guardería	1	20	32
Oficina	2	12,5	51
Aulario	2	12,5	51
Sala de conferencias, auditorio	3	8	79
Comercios, grandes almacenes	3	8	79
Cafeterías y restaurante, no fumadores	3	8	79
Cafeterías y restaurante, fumadores	3	16	40

* Se considera que el aire expulsado por medios mecánicos es el 80% del caudal de ventilación.
: Ocupación para requerir recuperador de calor

(tabla13, fuente RITE)

Por lo que nuestra ocupación no es tal, que requiera un recuperador de energía.

7.1.1. Sistemas de climatización sin recuperador de calor

En los sistemas de climatización cuya ventilación deba realizarse según el RITE 2007 (todo menos viviendas), se deberá realizar una ventilación forzada, impulsando el aire a los locales debidamente filtrado (filtro-prefiltro).

Las exigencias de filtrado llevan a pérdidas de presión típicas de 500-750 Pa, que son muy superiores a la presión proporcionada por los ventiladores de los fancoils de cassette o conductos (~50 Pa). Esto lleva a la instalación de sistemas "mixtos", donde la unidad de tratamiento de aire se encarga del filtrado del aire y, en su caso, de su tratamiento térmico.

En el caso de los sistemas "todo aire" con unidad de tratamiento de aire, no hay ningún problema en la instalación de los filtros y prefiltros, así como seleccionar ventiladores de mayor presión. Las exigencias del nuevo reglamento llevarán a seleccionar equipos de mayor tamaño (más secciones).

El caudal de ventilación viene impuesto por exigencias de calidad del aire que se deberán cumplir con el mínimo consumo energético. En este sentido se deberá tener presente los siguientes aspectos:

- Funcionamiento de los ventiladores cuando los filtros están limpios. La selección de los ventiladores se realiza considerando el prefiltro semi-sucio y el filtro sucio. Cuando los dos filtros están limpios la unidad de ventilación impulsará más caudal del necesario.

Soluciones:

- Variador de frecuencia controlado con la presión a la salida.
- Compuerta de regulación controlada con la presión a la salida. Esta solución tendrá un mayor consumo energético de los ventiladores.

- Control de la ventilación para no ventilar más de lo necesario: arranque y parada de la unidad de ventilación por sonda de CO₂. En este caso, si la unidad de ventilación

proporciona un caudal mayor del necesario, estará más tiempo parada. El consumo de energía no aumentará.

- Emplear la ventilación para hacer enfriamiento gratuito (free-cooling). El sistema de control debe conectar el sistema de ventilación si resulta beneficioso. Si la temperatura exterior es de 16 a 22°C, conviene ventilar antes de arrancar los equipos de frío.

- Realizar enfriamiento nocturno. Las horas del día donde la temperatura es más baja es de las 5 a 8 am. La ventilación nocturna bien realizada puede ahorrar una gran cantidad de energía.

En el caso de sistemas de climatización con agua, las opciones típicas que se pueden realizar son:

1 Sistema mixto independiente:

- Ventilación sin tratamiento térmico.
- Ventilación con tratamiento térmico.

2 Sistema mixto con ventilación conectada a fancoils.

3 Sistema todo aire.

Se hará una breve descripción de cada uno de ellos

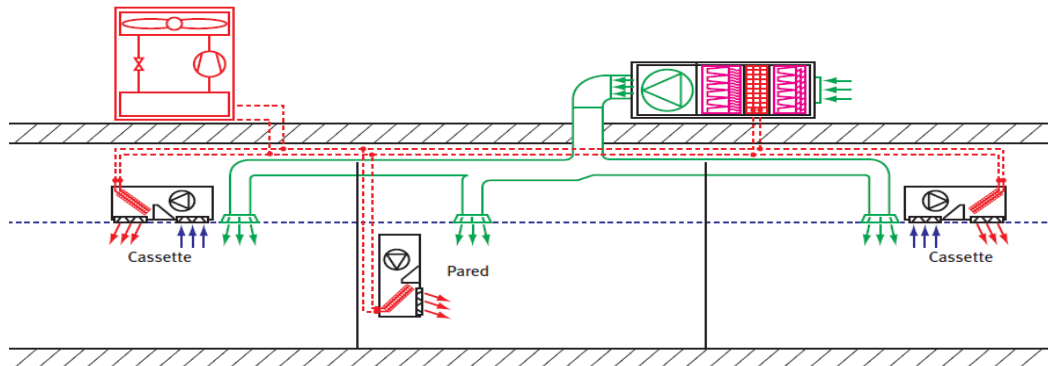
7.1.1.1. Sistema mixto independiente

Se trata de un sistema de climatización por agua donde la impulsión de aire se realiza de forma independiente al aporte de la potencia necesaria para el vencimiento de las cargas del local.

El funcionamiento del sistema puede ser:

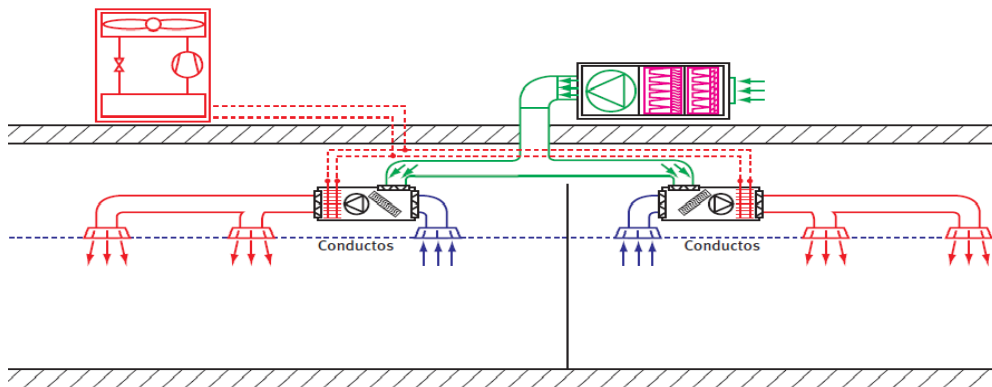
- La unidad de tratamiento del aire impulsa el aire al local filtrado pero sin tratamiento térmico. Los fancoils se dimensionan para vencer todas las cargas térmicas del local (incluyendo la de ventilación). En este caso se debe asegurar que se mantengan las condiciones de bienestar en la zona ocupada aunque se impulse el aire de ventilación en las peores condiciones de frío y calor.
- La unidad de tratamiento del aire impulsa el aire al local filtrado y tratado térmicamente hasta las condiciones de bienestar. Los fancoils se dimensionan para vencer las cargas térmicas del local excluyendo la de ventilación.

Si los fancoils son capaces de proporcionar toda la carga térmica, tanto en invierno como en verano, la climatizadora no tendría que llevar baterías de frío y calor, convirtiéndose en una unidad de ventilación y filtrado de aire primario.



7.1.1.2 Sistema mixto con ventilación conectada a fancoils

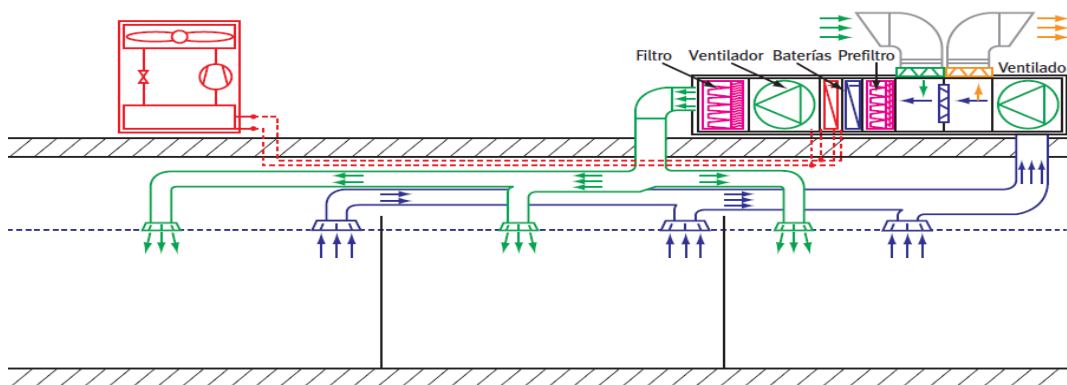
Una solución puede ser conectar el aire de ventilación a los fancoils y mezclar el aire de ventilación con el aire secundario del local antes de producir el tratamiento térmico.



7.1.1.3 Sistemas todo aire

El sistema se puede aplicar en el caso de locales con calidad de aire extraído de categoría AE1 y AE2 en UTA donde el aire de retorno se impulse a un mismo local.

El esquema del sistema completo se corresponde con la Figura:



Descarga y recirculación del aire extraído

AE 1	Bajo nivel de contaminación: aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas (está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar): oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.
AE 2	Moderado nivel de contaminación: aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, bares, almacenes.
AE 3	Alto nivel de contaminación: aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.: aseos, saunas, cocinas, laboratorios químicos, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.
AE 4	Muy alto nivel de contaminación: aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada: extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

Las limitaciones en el uso que se le pueda hacer al aire extraído de los locales dependen principalmente de su nivel de contaminación.

En la Tabla se muestran las categorías del aire extraído en función de su nivel de contaminación.

Solo el aire de extracción de categoría AE1 puede ser retornado a los locales.

El aire de categoría AE2 puede ser empleado como aire de transferencia para ventilar locales de servicio, aseos y garajes. Solo puede ser retornado si se extrae e impulsa al mismo local.

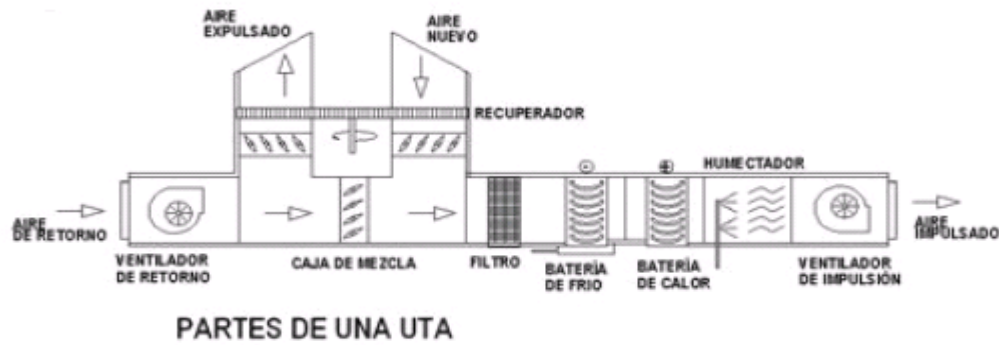
El aire de categoría AE3 y AE4 no se puede ni recircular ni transferir.

8. CÁLCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AIRE

8.1. Unidades de tratamiento: Climatizadores

Son equipos que, conectados a una red de distribución de agua se encargan de mantener el aire en las condiciones de confort preestablecidas.

Las unidades de tratamiento de aire (UTA) pueden ser equipos complejos, que consiguen climatizar correctamente un local, ajustando perfectamente las condiciones de temperatura y humedad relativa, así como aportar aire nuevo de ventilación, y expulsar aire sobrante del local, pudiendo recuperar el calor del mismo.



Consta de varias partes:

- **Sección de mezcla:** se trata de una caja con compuertas de aire que permiten ajustar los niveles de aire de retorno, de aire exterior, y el de expulsión de aire sobrante, en los porcentajes deseados.
- **Sección de filtros:** son armazones con una tela metálica sobre la que se coloca un fieltro fino, que retendrá las partículas y fibras arrastradas por el aire.
- **Sección de ventiladores:** Su función es aportar al aire la presión necesaria para alcanzar el punto más alejado del sistema venciendo la pérdida de carga producida en conductos y accesorios.
- **Sección de baterías de frío y de calor:** consiste en un serpentín de cobre con aletas de aluminio, conectado al circuito de agua de la enfriadora o caldera, por el que hacemos pasar el aire proveniente de la caja de mezcla. Esta sección cuenta a su vez con una bandeja de recogida de condensaciones en la batería de frío. Esta sección junto a la de ventilación, permiten modificar la relación de calor sensible/latente, variando la velocidad del ventilador, o el caudal de agua que pasa a través de la batería.
- **Sección de humidificación:** en esta zona hay un equipo que inyecta agua en el flujo de aire, al objeto de aumentar la humedad relativa del aire.

8.2 Cálculo y selección de una UTA

8.2.1. Proceso teórico de climatización del aire de un local

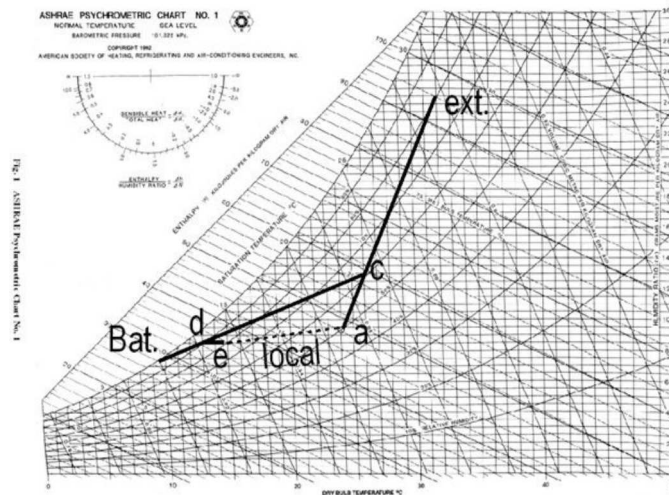
La climatización completa de un local consiste en controlar las características del aire interior para adecuarlo a las condiciones de confort requeridas por sus ocupantes, además de mantener el nivel adecuado de ventilación y calidad del aire. Es decir, debemos controlar:

- La temperatura del aire.
- La humedad relativa.
- El aporte de aire exterior nuevo.
- La limpieza o filtrado del aire.

El caso más frecuente es el enfriamiento con deshumidificación, que se representa esquemáticamente en la figura siguiente:



Y en el diagrama psicrométrico vemos los puntos con los estados del aire.



Explicación del proceso:

Punto a: es el aire que retorna del local, con las condiciones fijadas en el mismo: temperatura 25°C, Humedad 50%. Contenido de agua 9,8 gr/kg.

Punto b: el aire de retorno se mezcla con el aire exterior en una proporción de 5 a 1, resultando una mezcla en las condiciones del punto c.

Punto d: el aire sale de la batería con la temperatura de la batería, 13°C y humedad 100%, pero realmente todo el aire no ha tocado la batería, por factor de by-pass de 0,2. Esto se asimila como si el 80% del aire de salida lo mezclamos con un 20% de aire inicial. Es decir, mezclar 8 partes del aire condiciones de la batería, con 2 partes condiciones c. El resultado es el punto d, o salida de aire de la batería.

Punto e: tras el paso por el ventilador y roce con los conductos el aire aumenta un par de grados su temperatura. Sale con 15°C y 80% Hr. W = 8,5 gr/kg.

Tramo del punto e al punto a: el aire en el local aumenta su temperatura y su humedad, y se inicia el ciclo de nuevo.

8.2.1. Selección de la UTA

Las fases para seleccionar una UTA son las siguientes:

1. Demanda térmica del local, con el porcentaje de calor sensible y latente:

Se conocen mediante el cálculo de la carga térmica del local.

Se debe aplicar un coeficiente de seguridad en la selección del equipo de un 5 al 10% por encima, ya que el rendimiento del equipo puede bajar por las condiciones del mantenimiento (suciedad filtros, envejecimiento, etc.).

2. Caudal de ventilación del local, dependiendo de su ocupación.

El caudal de ventilación dependerá de la ocupación del local, y por lo tanto es preferible que pueda ajustarse automáticamente, o mediante un temporizador.

3. Valores de temperatura y humedades interiores y exteriores.

Dependerán del uso del local y su situación.

4. Niveles de confort a alcanzar: temperatura, humedad relativa, limpieza del aire.

Dependerán del nivel de calidad requerido en la instalación. Si se precisa controlar la humedad relativa con precisión, se incluirá un módulo de inyección de agua, y baterías de post-calentamiento. Si se precisa una gran pureza del aire impulsado, se incluirán módulos de filtros de bolsas o filtros electrostáticos.

5. Necesidad de recuperación del calor de extracción.

En grandes instalaciones es obligatorio recuperar las calorías del aire extraído, y cederlas al aire de ventilación introducido (en caudales de ventilación mayores de 4 m³/s). Aunque los recuperadores son equipos caros, cada día se van introduciendo más en las instalaciones comerciales.

6. Posibilidad de enfriamiento gratuito por funcionar en horario nocturno.

Debe preverse siempre en instalaciones con funcionamiento durante la tarde o noche.

7. Temperaturas de los circuitos de agua fría y caliente.

En general, pueden variar dependiendo de si la fuente de calor es una caldera o una bomba de calor.

8. Espacio disponible .Las climatizadoras son equipos muy voluminosos, y debe estudiarse cuidadosamente su ubicación, y el modo de transportarlas y situarlas.

La selección de los aparatos adecuados para llevar el aire a las condiciones adecuadas depende de un gran número de factores. Solo se van a explicar aquellos que afectan a su estado definido por su temperatura y su estado higrométrico y que son:

- Factor de calor sensible (SHF)
- Factor de calor sensible del local(RSHF)
- Factor de calor sensible total (GSHF)
- Temperatura equivalente de la superficie (T_{ES})
- Factor de bypass (BF)
- Factor de calor sensible efectivo(ESHF)

1. Factor de calor sensible (SHF)

Las propiedades termodinámicas del aire se pueden clasificar en las dependientes del calor latente y sensible.

El término SHF significa la razón aritmética del calor sensible y el calor total, en las que el calor total es la suma del calor sensible y del latente .Se expresa por:

$$SHF = \frac{SH}{SH+LH} = \frac{SH}{TH}$$

Dónde:

SH calor sensible

LH calor latente

TH calor total

2. Factor de calor sensible del local (RSHF)

Este factor es la razón del calor sensible del local a la suma del calor sensible y latente del local. Expresado:

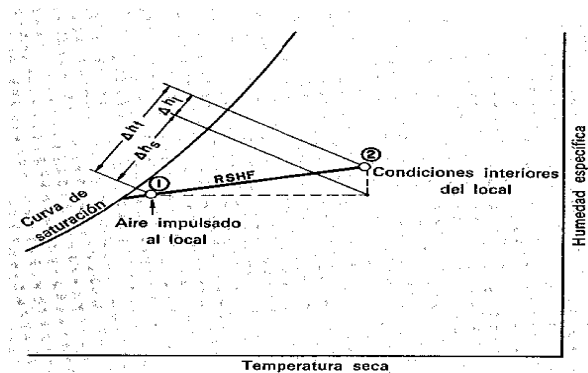
$$RSHF = \frac{RSH}{RSH+RLH} = \frac{RSH}{RTH}$$

El estado del aire impulsado en el local debe ser tal que compense simultáneamente las ganancias de calor sensibles y latentes de este.

Los puntos que representan sobre el diagrama el estado del aire impulsado y las condiciones interiores pueden unirse por un segmento de recta 1-2

Este segmento representa la evolución del aire en el interior del local y se denomina recta de impulsión.

La pendiente de esta recta nos da la relación entre las cargas de calor sensible y latente del local Δh_s y Δh_L . Entonces, si el caudal de aire impulsado es suficiente para compensar tales cargas, se mantendrán las condiciones de HR y temperaturas fijadas para el local, siempre que la T seca y T de bulbo húmedo del aire impulsado corresponda a un punto de esta recta.



3 .Factor de calor sensible total (GSHF)

Este cociente es la relación entre el calor sensible total y el balance térmico de la instalación, incluyendo todas las cargas de calor sensible y latente que proceden del aire exterior.

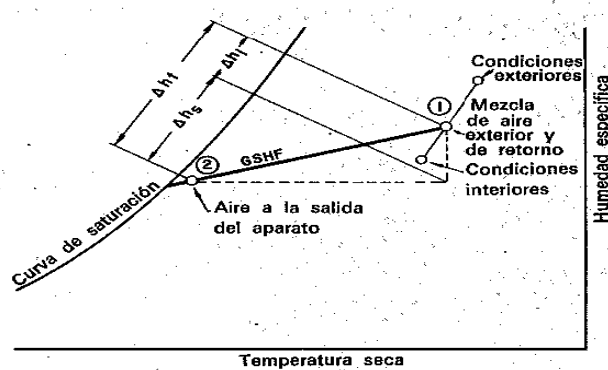
$$GSHF = \frac{TSH}{TSH + TLH} = \frac{TSH}{GTH}$$

Es decir, GSHF tiene en cuenta el aire exterior que es mezclado con el aire de retorno.

El paso del aire por el equipo acondicionador se traduce en variaciones de temperatura y/o humedad específica. La importancia de estas variaciones depende de las cargas totales de calor sensible y latente que el acondicionador debe desarrollar o hacer actuar. Se puede acotar en el diagrama los puntos que representan el estado del aire a la entrada y a la salida del aparato, condición de mezcla de aire exterior y de retorno del local y unirlos con un segmento de recta 1-2.

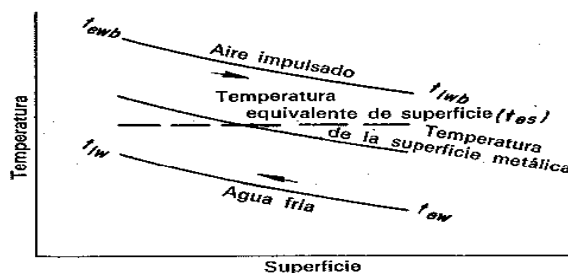
Este segmento representa la evolución del aire en el acondicionador y recibe el nombre de recta SHF TOTAL (GSHF)

La pendiente de esta recta es igual a la relación entre las cantidades de calor sensible y latente puestas en juego a lo largo de la transformación.



4 .Temperatura equivalente de superficie.

La temperatura exterior de una batería es variable de un punto a otro. No obstante, se puede imaginar una temperatura media de superficie, de forma que si fuese constante en toda la superficie de la batería daría lugar a las mismas condiciones en la salida que la temperatura variable. Esta temperatura se llama temperatura equivalente de superficie (T_{es})



Como el tratamiento al que se somete el aire en la batería se reduce a un intercambio de calor con el fluido que circula por el interior, debe existir un punto común a los dos fluidos.

Este punto es la temperatura equivalente de superficie. Las transferencias de calor de cada uno de los dos fluidos hacia al punto de referencia son independientes pero cuantitativamente iguales. Por tanto, se usará esta temperatura equivalente para determinar el caudal de aire

La temperatura equivalente de superficie estará representada por la intersección de la recta GSHP con la curva de saturación. Esta temperatura equivalente puede considerarse como punto de rocío de la batería. Por este motivo se ha hecho corriente el termino ADP.

5 .Factor de bypass (BF)

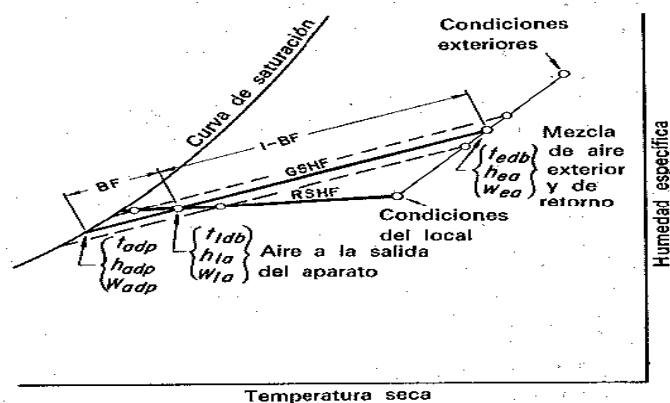
El factor de bypass depende de las características de la batería y de las condiciones de funcionamiento .Se considera que representa el porcentaje de aire que pasa a través de la batería sin sufrir cambios. Las características físicas de la batería y las condiciones de funcionamiento que influyen en el BF son las siguientes:

- Superficie externa de intercambio(número de tubos y separación de aletas).Una disminución de la superficie provoca un aumento del BF
- Velocidad del aire: una disminución de la velocidad del aire produce una disminución del BF, ya que se produce un aumento del tiempo de contacto entre el aire y la superficie

Existe una relación entre el BF y los GSHF y RSHF .Para unas condiciones exteriores, interiores y un caudal de aire exterior determinado el GSHF Y RSHF son fijos. La posición del RSHF es igualmente fija pero la de la recta GSHF varía de acuerdo con el caudal de aire y las condiciones del aire impulsado.

El punto que representa el aire impulsado debe encontrarse sobre la recta RSHF para permitir mantener las condiciones de proyecto del local.

Por consiguiente, cuando el BF varía, la posición del GSHF con respecto al RSHF varía como se indica en la línea de trazos de la figura. Cuando la posición de GSHF cambia, el caudal de aire necesario, el BF Y el punto ADP cambian, lo mismo que las condiciones de entrada y salida del aire.



6 .Factor de calor sensible efectivo (ESHF)

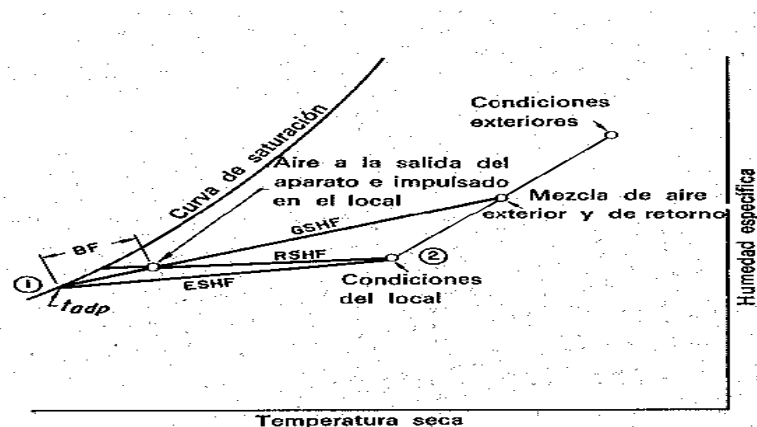
La noción de ESHF permite establecer una relación entre el balance térmico, el BF Y el ADP, lo que simplifica la determinación del caudal de aire y la elección del equipo.

El SHF efectivo, ESHF, se define como la relación entre las ganancias sensibles efectivas del local y la suma de las ganancias sensibles y latentes efectivas del mismo.

Estas ganancias efectivas son iguales a la suma de las ganancias del local propiamente dichas aumentadas en la cantidad de calor latente y sensible correspondiente al caudal de aire que pasa por la batería sin que su estado se modifique y cuyo porcentaje viene dado por el BF.

$$ESHF = \frac{ERSH}{ERSH + ERLH} = \frac{ERSH}{ERTH}$$

La recta ESHF se obtiene uniendo el ADP y el punto que representa las condiciones interiores.



O mediante la siguiente tabla:

Condiciones interiores				ADP y ESHF											
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W												
° C	%	° C	g/Kg												
25	35	15,4	6,8	ESHF	1,00	0,98	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77	0,74	0,73		
				ADP	8,4	8,0	7,0	6,0	4,0	2,0	0	-3,0	-5,0		
	40	16,2	7,9	ESHF	1,00	0,95	0,90	0,85	0,79	0,75	0,73	0,71	0,69		
				ADP	10,4	10,0	9,0	8,0	6,0	4,0	2,0	-1,0	-4,0		
	45	17,1	9,0	ESHF	1,00	0,92	0,88	0,83	0,75	0,71	0,69	0,67	0,65		
				ADP	12,2	11,5	11,0	10,0	8,0	6,0	4,0	1,0	-2,0		
	50	18,0	9,8	ESHF	1,00	0,93	0,84	0,78	0,74	0,69	0,66	0,64	0,62		
				ADP	13,8	13,0	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	4,0	1,0		
30	55	18,7	10,7	ESHF	1,00	0,92	0,87	0,79	0,70	0,65	0,62	0,61	0,60		
				ADP	15,2	14,5	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0	5,0	3,0		
	60	19,4	11,8	ESHF	1,00	0,90	0,77	0,72	0,69	0,62	0,59	0,57	0,56		
				ADP	16,6	16,0	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0	5,0		
	65	20,2	12,9	ESHF	1,00	0,81	0,71	0,64	0,61	0,58	0,55	0,53	0,52		
				ADP	17,9	17,0	16,0	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0		
	70	21,0	13,9	ESHF	1,00	0,84	0,76	0,65	0,60	0,55	0,52	0,50	0,49		
				ADP	19,1	18,5	18,0	17,0	16,0	15,0	13,0	11,0	9,0		

Tabla 13 (fuente: Manual de aire acondicionado Carrier)

Abreviaturas empleadas en este apartado

ADP: punto de rocío del aparato

BF: factor de bypass

BF*OASH= ganancias sensibles por aire exterior desviado

BF*OALH: Ganancias latentes por aire exterior desviado

OASH: ganancia sensible por el aire exterior

OALH: ganancia latente por aire exterior

OATH: ganancias totales por aire exterior

RSH: ganancias sensibles del local

RLH: ganancias latentes del local

RTH: ganancias totales del local

RSHF: SHF del local

SHF: factor de calor sensible

ERLH: ganancia latente efectiva del local

ERSH: ganancia sensible efectiva del local

ERTH: ganancia total efectiva del local

ESHF: SHF efectivo

TSH: ganancias totales sensibles

TLH: ganancias latentes totales

GTH: ganancias totales

GSHF: SHF total

Formulas psicométricas

$$OASH = 0,29 * Q_{\text{ventilacion}} * (T_{\text{ext}} - T_{\text{local}})$$

$$OALH = 0,71 * Q_{\text{ventilacion}} * (W_{\text{ext}} - W_{\text{local}})$$

$$OATH = OASH + OALH$$

$$TSH = RSH + OASH$$

$$TLH = RLH + OALH$$

$$GTH = TSH + TLH$$

$$ESFH = \frac{ERSH}{ERSH + ERLH} = \frac{ERSH}{ERTH}$$

$$ERSH = RSH + FB * OASH$$

$$ERLH = RLH + FB * OALH$$

$$Q_{\text{aire tratado}} = \frac{ERSH}{0,29 * (1 - BF) * (T_{\text{local}} - T_{\text{ADP}})}$$

Del balance al aparato:

$$T_{\text{e, aparato}} = \frac{Q_{\text{ventilacion}} * T_{\text{exterior}} + Q_{\text{retorno}} * T_{\text{local}}}{Q_{\text{aire tratado}}}$$

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{aire tratado}} - Q_{\text{ventilacion}}$$

$$T_{\text{s, aparato}} = T_{\text{ADP}} + FB * (T_{\text{e, aparato}} - T_{\text{ADP}})$$

8.2.3. Cálculos para la selección de una UTA

Para la selección de la batería de la UTA se partirán de las carga punta del edificio.

En la siguiente tabla se mostraran las cargas tanto sensibles como latentes de los locales, que constituyen la carga punta, sin considerar las relativas a la ventilación:

Siendo los siguientes datos de partida:

AGOSTO	14H	PUNTA		11846,11							
E2		E3		E4		E5		E8		EDIFICIO	
QS(local)	QL(local)	QS(local)	QL(local)	QS(local)	QL(local)	QS(local)	QL(local)	QS(local)	QL(local)	RSH	RLH
2443,4	248,028	282,92	49,5	698,4	72,73	1042,19	115,434	5649,78	586,74	10116,69	1072,432

Qventilacion(m3/h)	810
condiciones exteriores	
Text(°c)	36,4
Tbh(°c)	19,1
w(g/KgAS)	8,4
condiciones interiores	
Tint(°c)	25
HR (%)	0,5
w(g/KgAS)	9,8

Aplicando las anteriores formulas, obtenemos los siguientes resultados para la selección de nuestra batería:

	RSH(Kcal/L/h)	RLH(Kcal/h)	OASH(Kcal/h)	OALH(Kcal/h)	OATH(Kcal/h)	GTH(kcal/h)	FB	RSHF	GSHF	ESHF	TADP(°c)	Qaire(m3/h)	Teaparat(°c)	Ts apart(°c)
EDIFICIO	8700,353	922,29	2677,86	-805,14	1872,72	11495,36	0,2	0,904	0,990	0,924	14	3619,093	27,55	16,71

Por lo que se seleccionará del mercado la siguiente batería:

BATERIA SALVADOR ESCODA	
MODELO	CL07003
Qv(m3/h)	4000
Pot frio (kw)	18,83
PCA (Pa)	88
CAJA MEZCLA 2 COMPUERTAS	
MODELO	CL07107
PCA (Pa)	50

El resto de componentes que forman la UTA se dimensionarán en los sucesivos cálculos



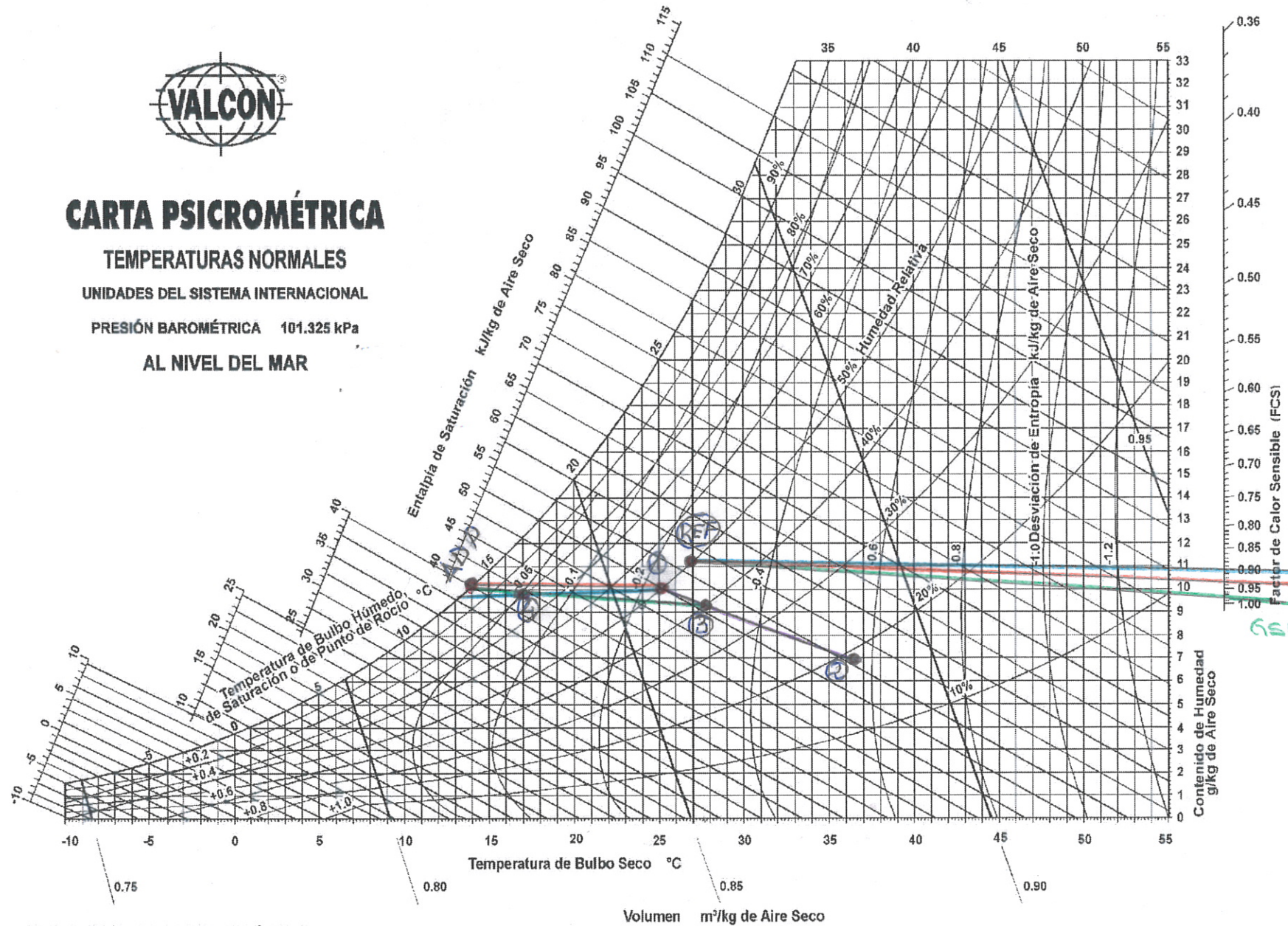
CARTA PSICROMÉTRICA

TEMPERATURAS NORMALES

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

PRESIÓN BAROMÉTRICA 101.325 kPa

AL NIVEL DEL MAR



Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpía son para el hielo

El punto 1 representa las condiciones interiores del local ($T_s=25^{\circ}\text{C}$ y $HR=50\%$)

El punto 2 corresponde a las condiciones exteriores: $T_s=36,4^{\circ}\text{C}$ y $T_{bh}=19,1^{\circ}\text{C}$

Punto 3: corresponde a las condiciones de mezcla del aire exterior y el aire que retorna de los locales (éste punto está a una $T_s=27,55^{\circ}\text{C}$ que se corresponde con la temperatura de entrada al aparato)

Punto 4: punto que representa las condiciones de salida de la batería e impulsión a los espacios acondicionados ($T_s=16,71^{\circ}\text{C}$)

8.3 Distribución del aire en los espacios acondicionados

En este apartado se tratará la distribución del aire acondicionado una vez descargado al espacio a acondicionar.

El análisis incluye la distribución en la habitación, correctamente efectuada, y los tipos y colocaciones de las bocas o impulsores de salida.

Condiciones necesarias para una buena distribución del aire.

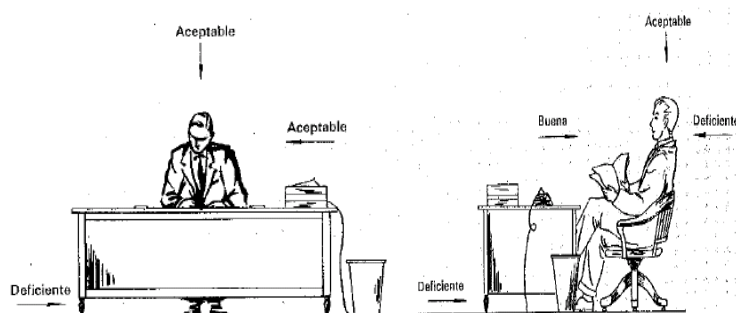
1. Temperatura: el sistema de distribución debe estar proyectada para mantener una temperatura dentro de unos límites tolerables. En una habitación se admite una variación máxima aproximada de 1°C entre distintos puntos. Cuando estas fluctuaciones van acompañadas por movimientos de aire pueden dar lugar a quejas por corrientes de aire.

2. Velocidad del aire: la siguiente tabla nos muestra las velocidades del aire recomendables dentro de un espacio acondicionado, también muestra la reacción de los ocupantes a distintas velocidades dentro de un espacio ocupado.

VELOCIDAD DEL AIRE (m/s)	REACCIÓN	APLICACIÓN RECOMENDADA
0-0,08	Quejas por estancamiento del aire	Ninguna
0,12	Proyecto ideal-favorable	Todas las aplicaciones comerciales
0,12-0,25	Probablemente favorable, pero la máxima velocidad admisible para personas sentadas es 0,25 m/s aproximadamente	Todas las aplicaciones comerciales
0,35	Desfavorable-los papeles ligeros colocados en las mesas son insuflados	
0,40	Límite máximo para personas que se desplazan lentamente-favorable	Almacenes y comercios
0,40-1,50	Instalaciones de acondicionamiento de aire de algunas fábricas-favorable	Velocidades más altas de acondicionamiento para refrigeración de punto o localizada

(Tabla 14, fuente Manual de aire acondicionado Carrier)

3. Dirección del aire: Las siguientes figuras sirven de guía para determinar cuál es la dirección del aire más conveniente para una persona sentada.



4. Alcance: el alcance es la distancia horizontal que recorre una corriente de aire desde su boca de salida. Normalmente no es necesario que el alcance sea igual a la longitud o la anchura de la habitación considerada. Una buena práctica es considerar el alcance como $\frac{3}{4}$ de la distancia desde la boca de impulsión hasta la pared opuesta.

Impulsores de salida

Entre los distintos tipos de bocas de impulsión se escogió difusores de techo ya que dan menos quejas por corrientes de aire que aquellos difusores instalados en las paredes laterales. Un factor muy importante a la hora de seleccionar las bocas de impulsión es el nivel de ruido. La siguiente tabla nos da las velocidades de salida recomendadas, que proporcionan niveles de ruido aceptables para distintos tipos de aplicaciones.

APLICACIÓN	VELOCIDAD (m/s)
Estudios de radiodifusión	1,5-2,5
Residencias	2,5-4
Apartamentos	2,5-4
Iglesias	2,5-4
Dormitorios de hotel	2,5-4
Teatros	2,5-4
Oficinas particulares, tratadas acústicamente	2,5-4
Oficinas particulares, no tratadas	2,5-4
Salas de cine	5
Oficinas públicas	5-6,5
Almacenes comerciales, plantas superiores	7,5
Almacenes comerciales, planta principal	10

(Tabla15, fuente Manual de aire acondicionado Carrier)

8.3.1 Unidades de difusión de aire

De cada uno de nuestros difusores elegidos definiremos los siguientes parámetros.

- Caudal: Es el caudal máximo que admite el difusor.
- Diámetro del difusor.

- Velocidad efectiva: Es la velocidad en la boca de impulsión. Una elevada velocidad efectiva puede producir efectos en el alcance, pérdida de carga y nivel sonoro, por lo que la hemos limitado a 6m/s.
- Alcance: tiene que cubrir al menos el 75% de la dimensión del local.
- Presión: Es la pérdida de carga que sufre el aire al atravesar el difusor. El ventilador tiene que ser capaz de vencer la pérdida producida en el conducto así como la del elemento final que en este caso es nuestro difusor.
- Nivel sonoro: Cantidad de ruido que produce el aire al pasar por el difusor. Es un criterio más de selección del difusor junto al caudal ya que según la normativa (ITE 02.2.3.1 Ruidos) estos son los niveles máximos de ruido permitido según el tipo de local.

Tipo de local	Valores máximos de niveles sonoros en dBA	
	Día	Noche
Administrativo y de oficinas	45	•
Comercial	55	•
Cultural y religioso	40	•
Docente	45	•
Hospitalario	40	30
Ocio	50	•
Residencial	40	30
Viviendas		
Piezas habitables excepto cocina	35	30
Pasillos, aseos y cocinas	40	35
Zonas de acceso común	50	40
Espacios comunes: vestíbulos, pasillos	50	•
Espacios de servicio: aseos, cocinas, lavaderos	55	•

ITE 02.2.3.1 Ruidos. Valores máximos admisibles de niveles sonoros para el ambiente interior.

(Tabla16, fuente RITE)

8.3.1 .1.Cálculos técnicos para la selección de difusores

Para la selección de los mismos lo primero que debemos saber es el caudal de aire necesario para mantener las condiciones de confort de cada local. Para ello en los locales climatizados hemos aplicado:

$$Q_t = \rho V C_p (T_L - T_I)$$

QT = Calor total del local teniendo en cuenta la ventilación [W].

ρ = densidad del aire [kg/m³].

V = volumen de aire que atraviesa el difusor [m³/h]

Cp = Calor específico del aire [KJ/kg °C]

(TL- TI) = Temperatura del local menos temperatura impulsión. [°C]

De manera que despejaremos el volumen de aire, con el fin de elegir el caudal de nuestro difusor.

El calor utilizado en el cálculo es el máximo de cada local ya los difusores deben estar preparados para el momento de carga máxima.

Se ha optado por instalar 6 difusores de techo marca KOOLAIR modelo 44/45-SF con un alcance comprendido entre 2,5 y 5m

LOCAL	QT(W)	QV difusor(m ³ /h)	DIFUSORES	DIFUSOR IMPULSION		MARCA KNOOLAIR		MODELO 44/45-SF		h techo=2,5-5m
				cantidad y tipo	diámetro nominal	Qv(m ³ /h)	nivel ruido(db) Δ P(Pa)	alcance(m)	V efectiva(m/s)	
E2	2891,74	985,92	DIF 5	1x12	315	1050	32	19	3	4,8
E3	362,7445	129,11	DIF4	1x8	200	440	32	14	2,6	3,7
E4	815,6902	283,54	DIF2	1x8	200	440	32	14	2,6	3,7
E5	1228,3374	428,02	DIF1	1x10	250	660	32	19	2,4	4,4
E8	6595,9589	2292,56	DIF3 Y 6	2x14	355	1230	32	17	3,4	4,4

La distribución de los difusores en los distintos espacios se muestra en el plano adjunto en el Documento básico planos, así como la nomenclatura mostrada en esta tabla.

8.4. Red de distribución de aire

Los conductos de aire son los encargados de distribuir el caudal de aire por las distintas zonas. Para el desarrollo de nuestro proyecto hemos elegido conductos rectangulares y de chapa de acero.

Los parámetros que hemos definidos en los conductos son:

- Sección de paso. Es el área en m² interior al paso del aire. En nuestro caso por tratarse de conductos rectangulares es:

$$S = A \times B$$

Siendo:

S= superficie en [m²]

A= ancho en [m].

B = Alto en [m].

- Rugosidad. La rugosidad nos indica la facilidad que tiene el aire para circular, dependiendo del tipo de superficie de contacto entre la tubería y el aire. En nuestro caso se trata de conductos de acero cuyo factor de rugosidad es 0.9.
- Velocidad. La velocidad de circulación del aire por el interior del conducto se mide en m/s. Un aumento de la velocidad por encima de los valores recomendados supondrá un aumento del nivel de ruido y la pérdida de carga en los conductos.
- Caudal. Es el volumen de aire que atraviesa una determinada sección por unidad de tiempo. Se mide en m³/s o en m³/h.

- Pérdida de carga. Es la pérdida de presión que se produce en un conducto debido a los choques y rozamientos con las paredes y que provocan el frenado del mismo. De la magnitud de este factor dependerá la elección de nuestro ventilador que será el necesario para vencer esta pérdida de carga. La pérdida de carga depende de:
 - La velocidad del aire.
 - La forma del conducto.
 - El material del conducto.

8.4.1. Método de cálculo para la selección de conductos

Para la elección de nuestros conductos hemos elegido el método de pérdida de carga constante, que consiste en calcular los conductos de forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema.

El procedimiento consiste en elegir una velocidad inicial en el conducto principal cercano al ventilador de impulsión. Esta velocidad se deduce de la *tabla A15 Velocidad en conductos* donde el factor restrictivo es el nivel de ruido aceptable (tabla situada en Anexos Volumen A: tablas)

Una vez elegida esta velocidad, y partiendo del caudal de aire total a suministrar, se determina la pérdida de carga unitaria que debe mantenerse constante en todos los conductos.

La determinación de la pérdida de carga por unidad de longitud equivalente se realiza a través del gráfico A1, *pérdida de carga en conducto redondo*, donde se obtiene también el diámetro del conducto circular equivalente (gráfico A1 situado en Anexos volumen A: tablas). Para abreviar los cálculos de las secciones de los conductos se utiliza la tabla A16 *porcentaje de área de sección recta en ramas para conservar constante el rozamiento* aportada por el manual Carrier (tabla situada en Anexos volumen A: Tablas) que proporciona los mismos resultados que si se utilizase el gráfico de pérdidas de carga

Con los datos obtenidos de esta tabla se entra en la tabla A17 *dimensiones del conducto, área de la sección, diámetro equivalente y tipo de conducto* (de igual forma aportada por el manual Carrier y situada en Anexos volumen A: Tablas) para determinar las dimensiones del conducto rectangular.

Para calcular la pérdida de carga que ha de vencer el ventilador de impulsión hay que calcularla en el tramo que ofrece mayor resistencia, incluyendo en esta resistencia la de los codos y acoplamientos con los que cuente la línea.

8.4.1.1. Cálculo de la red de distribución

Se consideró hacer un hueco en el forjado para hacer un bajante hasta el falso techo desde el cual se distribuye la red de conductos.

Mi red de conductos, considerando el bajante hasta el falso techo, consta de 9 tramos y 6 codos de R/D=1,25.

Siendo las longitudes de dichos tramos, las siguientes:

conexiones	tramo	accesorios	L tramo(m)
UTA-falso techo	1	codo1	0,52
falso techo-difusor 1	2	codo2	3,2
difusor 1-dif 2	3		3
dif2-dif 3	4		4,2
dif 3-codo3	5	codo3	4
cod3-dif4	6	codo4	1,1
dif4-codo5	7	codo5	1,8
codo5-dif5	8	codo6	4,3
dif5-dif6	9		8,9

Como se vio anteriormente, el caudal impulsado a los distintos espacios a través de los difusores era el siguiente:

difusores	Q v dif(m3/h)
dif1 (e5)	428,02
dif 2(e4)	283,54
dif3(1 del e8)	1146,28
dif4(e3)	129,11
dif5(e2)	985,92
dif6(e8)	1146,28
TOTAL	4119,15

En esta tabla se especifica el difusor y el espacio en el que está colocado.

Por lo tanto el caudal que circula por cada tramo sería el que se muestra:

tramos	Qv circulante(m3/h)
1	4119,15
2	4119,15
3	3691,13
4	3407,59
5	2261,31
6	2261,31
7	2132,2
8	2132,2
9	1146,28

Siendo el porcentaje, de la capacidad inicial, que circula por cada tramo el siguiente:

tramos	Qv circulante(m3/h)	%capacidad inicial
1	4119,15	100
2	4119,15	100
3	3691,13	90
4	3407,59	83
5	2261,31	55
6	2261,31	55
7	2132,2	52
8	2132,2	52
9	1146,28	28

Mediante tabla A16, antes mencionada, se puede obtener el porcentaje de área del conducto:

tramos	Qv circulante(m3/h)	%capacidad inicial	%Area conducto
1	4119,15	100	100
2	4119,15	100	100
3	3691,13	90	92
4	3407,59	83	87
5	2261,31	55	63
6	2261,31	55	63
7	2132,2	52	60
8	2132,2	52	60
9	1146,28	28	35,5

Para una velocidad máxima, en el conducto principal de un edificio de oficinas (para un factor de control del nivel de ruido 6) igual a 10m/s y para un caudal total a suministrar de QT=4119,15m3/h, obtenido como suma de los caudales de los difusores, la sección es de:

$$S=QT/V=0,114 \text{ m}^2$$

Por lo que el área del conducto, en m², para cada tramo, es de:

tramos	Qv circulante(m ³ /h)	%capacidad inicial	%Area conducto	area conducto(m ²)
1	4119,15	100	100	0,114
2	4119,15	100	100	0,114
3	3691,13	90	92	0,105
4	3407,59	83	87	0,100
5	2261,31	55	63	0,072
6	2261,31	55	63	0,072
7	2132,2	52	60	0,069
8	2132,2	52	60	0,069
9	1146,28	28	35,5	0,041

Mediante la tabla A17, anterior, hemos seleccionado las siguientes dimensiones, partiendo del área del conducto:

CAPACIDADES CIRCULANTE Y DIMENSIONES DEL CONDUCTO							
tramos	Qv circulante(m ³ /h)	%capacidad inicial	%Area conducto	area conducto(m ²)	dimension cond(mm)	Deq(mm)	L tramo(m)
1	4119,15	100	100	0,114	500x250	384	0,52
2	4119,15	100	100	0,114	500x250	384	3,2
3	3691,13	90	92	0,105	450x250	368	3
4	3407,59	83	87	0,100	400x250	348	4,2
5	2261,31	55	63	0,072	300x250	302	4
6	2261,31	55	63	0,072	300x250	302	1,1
7	2132,2	52	60	0,069	250x250	287	1,8
8	2132,2	52	60	0,069	250x250	287	4,3
9	1146,28	28	35,5	0,041	250x200	249	8,9

Para el caudal inicial a impulsar en la red, es decir el que circula por el primer tramo (Q=4119,15m³/h) y para el diámetro equivalente correspondiente a su dimensión (Deq=384mm) nos hemos ido a la gráfica de pérdida de carga y he obtenido, para las condiciones de caudal y diámetro equivalente antes mencionado, una pérdida de carga por unidad de longitud de 0,25 mm.c.a.

Las pérdidas de carga de cualquier acoplamiento se expresan en términos de longitud equivalente del conducto. Este método proporciona unidades utilizables en el gráfico de pérdidas de carga para calcular las pérdidas en una sección de conducto que contenga codos de acoplamientos. Para ello se recurre a la tabla A18 *rozamiento en codos rectangulares* (tabla situada en Anexos Volumen A: Tablas). En esta tabla, las pérdidas de

carga se dan en función de la longitud equivalente de conducto rectilíneo. De este modo el valor obtenido se suma a la longitud del conducto para obtener la longitud equivalente total.

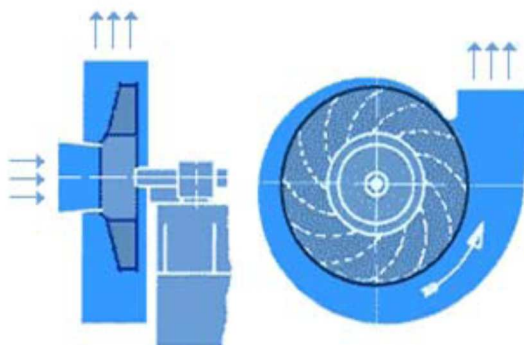
tramos	L tramo(m)	accesorios	Lequivalente	perdida carga tramos(mm.c.a)
1	0,52	codo1	1,8	0,58
2	3,2	codo2	1,8	1,25
3	3			0,75
4	4,2			1,05
5	4	codo3	1,76	1,44
6	1,1	codo 4	1,76	0,715
7	1,8	codo5	1,47	0,8175
8	4,3	codo6	1,47	1,4425
9	8,9			2,225
				10,2700

8.5 Unidades de impulsión de aire: ventiladores

Es el elemento que convierte la energía del motor eléctrico en presión. Esta presión servirá a nuestro fluido (en este caso aire) para atravesar todos los obstáculos hasta llegar al punto con más pérdida de carga de nuestro sistema.

Nuestra unidad de tratamiento de aire cuenta con dos ventiladores, uno de impulsión y otro de retorno.

Ambos son ventiladores centrífugos:



Como vemos en la imagen el ventilador centrífugo consiste en una rueda con álabes (impulsor) que gira de manera que la corriente entra en el sentido del eje de la rueda y sale en el sentido radial, produciéndose así una desviación de 90°.

El aumento de la presión del aire se produce principalmente por la utilización de la fuerza centrífuga que despiden los álabes de la rueda en la dirección de la rotación.

Para la selección de ambos ventiladores tendremos como datos de partida, el caudal y la pérdida de carga que se produce en el conducto.

La pérdida de carga no es la misma en el ventilador de impulsión que en el de retorno.

Para la pérdida de carga en la impulsión tenemos en cuenta:

- Pérdida de carga en el conducto de impulsión
- Pérdida de carga en los difusores.
- Pérdida de carga en la batería
- Pérdida de carga en los filtros.
- Coeficiente del 5% de seguridad ya que puede aparecer un aumento de presión (filtros sucios...)

Para el ventilador de retorno únicamente tendremos en cuenta:

- Pérdida de carga en el conducto de retorno
- Pérdida de carga en la rejilla de retorno.
- Coeficiente del 5% de seguridad ya que puede aparecer un aumento de presión (filtros sucios...)

Para calcular la pérdida de carga en los filtros primero hemos seleccionado para nuestra UTA la utilización de un pre-filtro de calidad F6 y un filtro de calidad F8 (Grupo F: filtros para polvo fino).

Prefiltros / Filtros				
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 2	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 3	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 4	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 5	F6/GF(*) / F9	F6/GF(*) / F9	F6 / F7	G4 / F6

(*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración. El conjunto de filtración F6/GF/F9 se pondrá, preferentemente, en una unidad de pretratamiento de aire (UPA).

Tabla 9: Clases de filtración, (Tabla 1.4.2.5 del RITE corregida)

FILTROS SALVADOR ESCODA		
TIPO	MODELO	PCA MA(Pa)
F6	CL07257	250
F8	CL07287	350

VENTILADOR IMPULSION	Pa
perdida de carga red	100,646
perdida carga en difusores	83
perdida carga filtro F6	250
perdida de carga filtro F8	350
perdida de carga bateria	88
perdida de caraga en caja mezcla	50
total	921,65
total (5%coef seguridad)	967,73

Una vez que hemos realizado los cálculos de la pérdida de carga que ha de superar cada ventilador acudimos al catálogo del climatizador para seleccionar el tipo de ventilador que más se ajuste a nuestras condiciones de funcionamiento.

salvador escoda	modelo CL07722
perdida de carga max(PA)	1000
P motor(Kw)	2,2
Qaire a tratar(m3/h)	4500

8.6 Unidades de retorno de aire: rejillas

Estas rejillas serán las encargadas de extraer el aire que será conducido de nuevo a la unidad de tratamiento de aire.

La velocidad a través de la rejilla de retorno depende de la presión estática admisible y del efecto sobre los ocupantes.

Al determinar la pérdida de carga deben basarse los cálculos en la velocidad libre a través de la rejilla y, no en la velocidad frontal, ya que el coeficiente de orificio suele ser aproximadamente 0,7.

En general, pueden considerarse las siguientes velocidades.

COLOCACIÓN DE LA REJILLA	METROS POR SEGUNDO SOBRE SECCIÓN BRUTA
Locales comerciales:	
Por encima de zonas ocupadas	4 m/s y más
Dentro de zona ocupada, no cerca de asientos	3-4 m/s
Dentro de zona ocupada, cerca de asientos	2-3 m/s
Persianas de puerta o de pared	2,5-5 m/s
Aberturas o muescas en la parte inferior de las puertas	3 m/s *
Locales industriales	4 m/s y más
Locales residenciales	2 m/s

* A través de la abertura.

(Tabla 17 fuente manual Carrier)

Aunque se empleen velocidades frontales relativamente altas en las rejillas de retorno, la velocidad de llegada disminuye considerablemente a unos centímetros delante de la rejilla, por eso la colocación de una rejilla es mucho menos crítica que la de una boca de impulsión. También pueden aspirarse caudales relativamente grandes en una rejilla de retorno sin causar corrientes.

Retornos en techo

Estos no son muy recomendados. Un retorno de techo mal colocado tiene tendencia a bipasar la corriente caliente en invierno y la fría en verano, antes de que trascurra el tiempo suficiente para realizar su función.

Retornos de pared

Los retornos de pared más eficaces son los situados cerca del suelo. Los retornos de pared colocados cerca del techo son tan poco recomendables como los de techo. Las diferencias debidas a mezclas pobres en invierno son contrarrestadas por un retorno bajo ya que es aspirado primero el aire frío del suelo que es sustituido por el aire caliente de las capas superiores.

Retornos de suelo

Estos hay que evitarlos ya que son colectores de suciedad e imponen condiciones difíciles de funcionamiento a los filtros y baterías de refrigeración.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se optó por las instalaciones de rejillas de pared colocadas cerca del suelo de manera que no pudieran interferir en la impulsión de las bocas situadas en el techo.

8.6.1 Cálculos de la red de extracción y selección de las rejillas

El caudal impulsado a los locales mediante difusores es la suma del caudal de ventilación y del caudal que retorna desde dichos locales hacia la UTA.

EL caudal de retorno de los locales es el caudal extraído de cada local mediante las distintas rejillas, descontándole el caudal expulsado al exterior.

Se puede considerar que el caudal expulsado al exterior es el 80% del caudal de ventilación, el 20% restante serán exfiltraciones necesarias para mantener el local ligeramente presurizado.

Por tanto diseñaremos la red de conductos de extracción sabiendo el caudal extraído en cada local.

Nuestra red de extracción se detallará en los siguientes pasos.

Se colocarán un total de 8 rejillas para extraer el aire de los distintos locales

ESPACIOS	REJILLAS
E2	rejillas 6 y 7
E3	rejilla 5
E4	rejilla 3
E5	rejilla 2
E8	rejilla 1,4 y 8

Lo siguiente a realizar serán los tramos de la red, para ello vamos a realizar las siguientes conexiones:

CONEXIONES	TRAMOS
rejilla8-rejilla 7	1
rejilla7-rejilla6	2
rejilla6-rejilla5	3
rejilla5-rejilla4	4
rejilla4-rejilla3	5
rejilla3-rejilla2	6
rejilla2-rejilla1	7
rejilla1-UTA	8

Para realizar estas conexiones dispondremos de los accesorios que se indican en la siguiente tabla donde se les asocia el tramo en el que se encuentran a la vez que la longitud de éste.

CONEXIONES	TRAMOS	ACCESORIOS	L TRAMOS(m)
rejilla8-rejilla 7	1		7,5
rejilla7-rejilla6	2	CODO 1	5,2
rejilla6-rejilla5	3	CODO 2	7,2
rejilla5-rejilla4	4	CODO 3Y 4	6,4
rejilla4-rejilla3	5		4
rejilla3-rejilla2	6		2,5
rejilla2-rejilla1	7	CODO 5	13,2
rejilla1-UTA	8	CODO 6	11,2

A continuación, procederemos al cálculo del caudal extraído en cada local, para ello partiremos del caudal impulsado a dichos locales mediante los difusores. Siendo estos caudales impulsados:

CAUDALES IMPULSADOS ESPACIO	
DIFUSORES	Qv DIFUSOR(m3/h)
dif1 (e5)	428,02
dif 2(e4)	283,54
dif3(1 del e8)	1146,28
dif4(e3)	129,11
dif5(e2)	985,92
dif6(e8)	1146,28
TOTAL	4119,15

El caudal extraído de cada local, como antes comentamos, es el caudal impulsado menos el caudal de exfiltraciones, siendo estas exfiltraciones el 20%del caudal de ventilación, por lo que:

$Q_{\text{ventilación}}=810 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{\text{exfiltraciones}}=0,2 \cdot Q_{\text{ventilación}}=162 \text{ m}^3/\text{h}$

Si el caudal impulsado por los difusores es de:

$Q_{\text{t impulsión}}=4119,15 \text{ m}^3/\text{h}$

El caudal a extraer será de:

$Q_{\text{extraído}}=4119,15-162=3957,15 \text{ m}^3/\text{h}$

Por lo que podemos calcular el caudal que se extrae de cada local y el caudal de las exfiltraciones en los mismos:

ESPACIOS	Q_v EXTRAÍDO(m^3/h)	Q_v EXFILTRADO (m^3/h)
E2	947,15	38,77
E3	124,03	5,08
E4	272,39	11,15
E5	411,19	16,83
E8	2202,40	90,16
QT	3957,15	162,00

La distribución de los caudales extraídos mediante las distintas rejillas, es la que se muestra a continuación:

CAUDALES EXTRAÍDOS POR REJILLA	
REJILLAS	Q_v EXTRAÍDOS(m^3/h)
REJILLA1	734,13
REJILLA2	411,19
REJILLA3	272,39
REJILLA4	734,13
REJILLA5	124,03
REJILLA6	473,57
REJILLA7	473,57
REJILLA8	734,13
Qt extraído	3957,15

Siendo los caudales circulantes en cada tramo:

CAUDALES CIRCULANTES POR CADA TRAMO		
TRAMOS	Qv CIRCULANTE(m ³ /h)	L TRAMOS (m)
1	734,13	7,5
2	1207,70	5,2
3	1681,28	7,2
4	1805,31	6,4
5	2539,44	4
6	2811,83	2,5
7	3223,02	13,2
8	3957,15	11,2

Con lo que podemos obtener, los porcentajes de caudales, respecto al total, que circulan por cada tramo

TRAMOS	Qv CIRCULANTE(m ³ /h)	L TRAMOS (m)	%CAPACIDAD INICIAL
1	734,13	7,5	18,55
2	1207,70	5,2	30,52
3	1681,28	7,2	42,49
4	1805,31	6,4	45,62
5	2539,44	4	64,17
6	2811,83	2,5	71,06
7	3223,02	13,2	81,45
8	3957,15	11,2	100

En la siguiente tabla se refleja los porcentajes de área del conducto para los distintos porcentajes de capacidad inicial

TRAMOS	Qv CIRCULANTE(m ³ /h)	L TRAMOS (m)	%CAPACIDAD INICIAL	%AREA DE CONDUCTO
1	734,13	7,5	18,55	25,5
2	1207,70	5,2	30,52	38,25
3	1681,28	7,2	42,49	50,5
4	1805,31	6,4	45,62	53,5
5	2539,44	4	64,17	71
6	2811,83	2,5	71,06	77
7	3223,02	13,2	81,45	85,5
8	3957,15	11,2	100	100

Para un edificio de oficinas y un factor de nivel de ruido 6, la velocidad máxima recomendada para los conductos de retorno es de 7, 5m/s, por lo que el área del conducto de 100% de capacidad es de:

$$\text{Área conducto} = \frac{Q \text{ circulante tramo 8(m}^3\text{/s)}}{V_{\text{max recomendada(m/s)}}} = \frac{1,09}{7,5} = 0,146\text{m}^2$$

Siendo para el resto de los tramos

TRAMOS	Qv CIRCULANTE(m ³ /h)	L TRAMOS (m)	%CAPACIDAD INICIAL	%AREA DE CONDUCTO	AREA COND(m ²)
1	734,13	7,5	18,55	25,5	0,03737
2	1207,70	5,2	30,52	38,25	0,05606
3	1681,28	7,2	42,49	50,5	0,07401
4	1805,31	6,4	45,62	53,5	0,07841
5	2539,44	4	64,17	71	0,10406
6	2811,83	2,5	71,06	77	0,11285
7	3223,02	13,2	81,45	85,5	0,12531
8	3957,15	11,2	100	100	0,14656

Eligiendo para estas áreas, las siguientes dimensiones para conductos rectangulares

TRAMOS	Qv CIRCULANTE(m ³ /h)	L TRAMOS (m)	%CAPACIDAD INICIAL	%AREA DE CONDUCTO	AREA COND(m ²)	DIMENSION
1	734,13	7,5	18,55	25,5	0,03737	250x150
2	1207,70	5,2	30,52	38,25	0,05606	300x200
3	1681,28	7,2	42,49	50,5	0,07401	400x200
4	1805,31	6,4	45,62	53,5	0,07841	400x200
5	2539,44	4	64,17	71	0,10406	400x250
6	2811,83	2,5	71,06	77	0,11285	400x300
7	3223,02	13,2	81,45	85,5	0,12531	450x300
8	3957,15	11,2	100	100	0,14656	500x300

Para el cálculo de la pérdida de carga en los conductos se ha optado por el método de pérdida de carga constante, para ello se calcula la pérdida de carga por unidad de longitud equivalente del tramo de 100% capacidad, que se mantendrá constante a lo largo del sistema

De la tabla A17, antes vista, escogimos un conducto 500x300, la pérdida de carga por unidad de longitud se obtiene de la gráfica A1 *pérdida por rozamiento en conducto redondo* (Gráfica situada en Anexo Volumen A: tablas), para un volumen de aire de (3957,15 m³/h) y para un diámetro equivalente de la tabla 31, que es de 427 mm.

Pérdida de carga=0,16 mm.c.a/m de longitud equivalente.

A continuación se da una tabla con las longitudes equivalente del conducto de extracción.

TRAMOS Y ACCESORIOS	TRAMO	L TRAMOS(m)	ACCESORIOS	L Equivalente adicional
rejilla 8-rejilla7	1	7,5		
rejilla7-codo1	2	5,2	CODO1	1,47
codo1-rejilla6				
rejilla6-codo2	3	7,2	CODO2	1,47
codo2-rejilla5				
rejilla5-codo3	4	6,4	CODO 3Y 4	2,94
codo3-codo4				
codo4-rejilla4				
rejilla4-rejilla3	5	4		
rejilla3-rejilla2	6	2,5		
rejilla2-codo5	7	13,2	CODO5	2,05
codo5-rejilla1				
rejilla1-codo6	8	11,2	CODO6	2,05
codo6-UTA				

La pérdida de carga en cada tramo es el producto de la longitud equivalente total y la pérdida de carga por unidad de longitud equivalente, antes calculada.

TRAMOS	DIMENSION	L TRAMOS(m)	ACCESORIO	L Equivalente adicional(m)	perdida carga(mm.c.ca)
1	250x150	7,5			1,2
2	300X200	5,2	CODO1	1,47	1,0672
3	400X200	7,2	CODO2	1,47	1,3872
4	400X200	6,4	CODO 3Y 4	2,94	1,4944
5	400X250	4			0,64
6	400X300	2,5			0,4
7	450X300	13,2	CODO5	2,05	2,44
8	500X300	11,2	CODO6	2,05	2,12
conducto extraccion		57,2		9,98	10,7488

De entre todas las ofertas del mercado se decidió instalar las siguientes rejillas de extracción:

REJILLAS RETORNO KNOOLAIR MODELO 20-45-H						
ESPACIOS	REJILLAS	DIMENSION	Qv(m3/h)	nivel ruido (db)	ΔP (Pa)	V efectiva(m/s)
E2	Rejilla 6 y 7	300x200	470	32	6	2,8
E3	rejilla 5	400x200	230	24	4	2,9
E4	rejilla3	400x200	230	24	4	2,9
E5	rejilla 2	400x300	550	32	5	2,7
E8	rejilla 1	450x 300	550	32	5	2,7
E8	rejilla 4	400x200	230	24	4	2,9
E8	rejilla 8	250x150	200	24	3	2,1
				ΔP_{total}(Pa)	31	

8.6.2 Selección del ventilador de extracción

El ventilador de extracción ha de vencer las siguientes pérdidas de carga, como ya comentamos:

VENTILADOR EXTRACCION		
perdida de carga red retori	105,33824	Pa
perdida carga en rejillas	31	Pa
perdida carga caja mezcla	50	Pa
total	186,33824	Pa
total(5%coef seguridad)	195,655152	Pa

Se seleccionó el siguiente ventilador para conducir las extracciones:

SALVADOR ESCODA		
MODELO	CL07437	
Qv	4000	m3/h
Pmotor	0,75	Kw
PCA max	200	Pa

9. EQUIPO GENERADOR

El equipo generador de agua fría o caliente es una bomba de calor aire-agua a dos tubos.

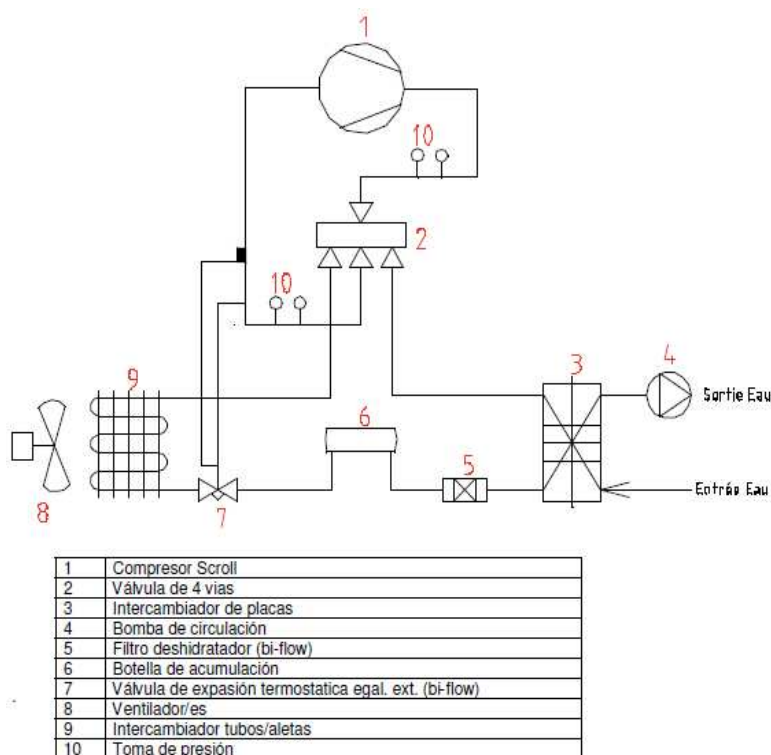
Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía mediante calor de un ambiente a otro, según se requiera. Para lograr esta acción es necesario un aporte de trabajo acorde a la segunda ley de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualen.

Este fenómeno de transferencia de energía calorífica se realiza principalmente por medio de un sistema de refrigeración por compresión de gases refrigerantes, cuya particularidad radica en una válvula inversora de ciclo que forma parte del sistema, la cual puede invertir el sentido del flujo de refrigeración, transformando el condensador en evaporador y viceversa.

Una bomba de calor de refrigeración por compresión emplea un fluido refrigerante con un bajo punto de ebullición. Éste requiere energía para evaporarse, y extrae esa energía de su alrededor en forma de calor.

El fluido refrigerante a baja temperatura y en estado gaseoso pasa por un compresor, que eleva su presión y aumenta con ello su entalpía. Una vez comprimido el fluido refrigerante, pasa por un intercambiador de calor llamado condensador, y ahí cede calor al foco caliente. En cualquier caso, al enfriarse el fluido refrigerante en el condensador, cambia su estado a líquido. Después, a la salida del condensador, se le hace atravesar una válvula de expansión, lo cual supone una brusca caída de presión (se recupera la presión inicial). A esa presión mucho menor que la que había en el condensador, el fluido refrigerante empieza a evaporarse. Este efecto se aprovecha en el intercambiador de calor llamado evaporador que hay justo después de la válvula de expansión. En el evaporador, el fluido refrigerante (a mucha menos presión que la que había en el condensador) empieza a evaporarse, y con ello absorbe calor del foco frío, puesto que el propio fluido está más frío que dicho foco. El fluido evaporado regresa al compresor, cerrándose el ciclo.

La válvula inversora de ciclo o válvula inversora de cuatro vías se encuentra a la salida (descarga) del compresor y, según la temperatura del medio a climatizar (sensada en la presión de refrigerante antes de ingresar al compresor), invierte el flujo del refrigerante.



La bomba de calor funcionará secuencialmente según la demanda producida por el sistema. Este sistema es un sistema cerrado por lo que el agua tras atravesar la batería de la UTA retornará de nuevo al evaporador de la bomba de calor.

Para el buen funcionamiento de la bomba de calor ésta debe contar con un módulo hidráulico cuyos componentes detallaremos en la siguiente sección.

Para la selección de nuestro equipo lo haremos en base a la demanda de potencia máxima producida en nuestro edificio.

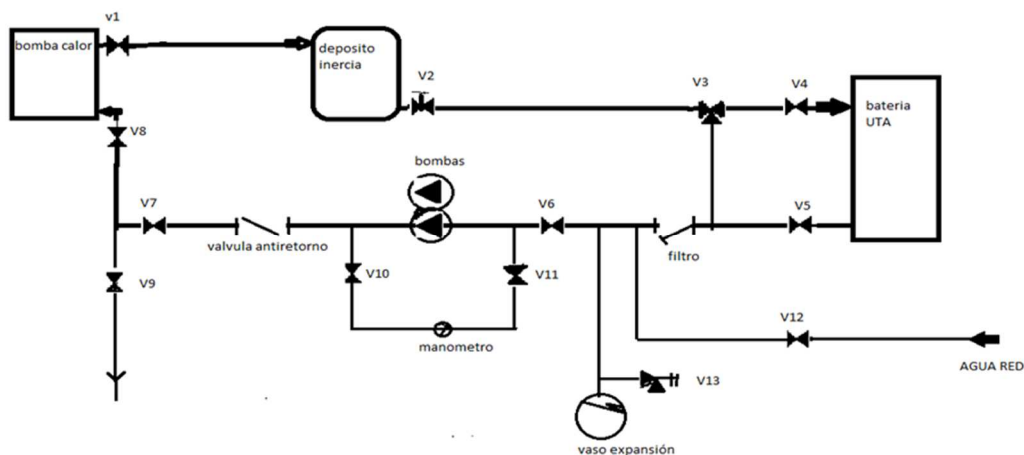
Se elegirá una bomba de calor cuyas características son las siguientes:

BOMBA CALOR	
GENIA AIR	
CARACTERISTICAS CALEFACCION	
Tagua ida(°C)	45
Tagua retorno(°C)	40
P calefaccion(kw)	12,9
consumo electrico nominal(kw)	4,2
COP	3,03
CARACTERISTICAS REFRIGERACION	
T agua ida (°C)	7
Tagua retorno(°C)	12
Ts aire (°C)	7
Tbh(°C)	6
Pfrigorifica(kW)	13,5
consumo electrico nominal(kw)	3,6
COP	3,67

9.1 Módulo hidráulico

Para forzar la circulación del agua, las bombas de calor pueden incorporar un módulo hidráulico que está formado por:

- Bomba circuladora de agua, de tipo cerrado de calefacción, que puede tener varias velocidades.
- Vaso de expansión, de tipo membrana, calculado para un volumen acorde a la potencia.
- Depósito de inercia, o tanque de acumulación de agua colocado en serie con el circuito de agua de la enfriadora, y que sirve para que el equipo no realice arranques demasiado frecuentes.
- Válvula de retención, para evitar corrientes contrarias al flujo normal.
- Interruptor de flujo, que detecta si el caudal de agua es suficiente para que arranque el equipo frigorífico.



(Ilustración 4: Esquema del módulo hidráulico)

El agua proveniente de la red llenará el sistema. Cuando se demande, la bomba de calor entrará en funcionamiento, calentando el agua de dicho sistema. Para evitar excesivos arranques de la bomba de calor se produce el llenado del tanque de inercia que alimentará la batería de la UTA, para el posterior calentamiento del aire a distribuir en los distintos locales.

El agua de retorno de la UTA pasará a través de un filtro para evitar averías en la bomba y una válvula anti retorno hará que dicho agua no retroceda hacia tal bomba.

El vaso de expansión absorberá las dilataciones del agua caliente, dicho vaso posee una válvula de seguridad tarada a la presión máxima del sistema, si la presión del sistema supera tal presión máxima se producirá el vaciado de la línea a través de la línea de desagüe.

Si la temperatura de salida del depósito de inercia, medida con un sensor de temperatura, es inferior a la necesaria en la batería de la UTA, la central de control comandará la válvula de 3 vías, retornando el agua a la bomba de calor.

El sistema hidráulico cuenta con dos bombas centrífugas trabajando en paralelo para evitar paradas en el sistema en caso de avería de una de ellas.


9.1.1. Selección de la bomba


Las bombas son los elementos que aportan al agua la presión necesaria para permitir a ésta llegar a los elementos terminales sin dificultad.

El esquema de conexión de la bomba sería el siguiente:



(Ilustración 5: esquema de conexionado de la bomba)

 Un **filtro de agua** antes de la aspiración para retener partículas que pueda arrastrar el agua del circuito.

 Un **manómetro** con tomas de presión antes y después de la bomba, para verificar su funcionamiento. Con las dos llaves abiertas simultáneamente se obtiene la lectura directa de la altura, medida con el manómetro. Con la llave de brida de aspiración abierta y la brida de impulsión cerrada se obtiene la lectura de aspiración. El control de esta presión es importante, sobre todo, en el caso de que el fluido sea agua caliente, debido a que a una presión muy baja a alta temperatura puede provocar que la presión de vapor disminuya y aparezca efectos de cavitación que terminen destruyendo el rodete por implosión de micro burbujas de aire. Por último, dejando cerrada la llave de aspiración y abriendo la de impulsión, se obtendrá la lectura de la presión absoluta del circuito.



Válvula de retención También denominada anti retorno que impide los retrocesos del fluido, permitiendo su paso en una sola dirección.



Válvula de compuerta: cuya función será el corte de paso de fluido



Válvula de globo: Cuyo objetivo fundamental es el de regular el paso de fluido forzando la pérdida de carga y situando la correspondiente bomba o circuito hidráulico en el punto de trabajo necesario al proyecto.

Para elegir la bomba que impulsará el agua por las tuberías del circuito tenemos que partir de dos datos:

- Caudal del circuito.
- Presión a vencer o pérdida de carga total del circuito.

Para la pérdida de carga del circuito tenemos en cuenta:

- Pérdida en la tubería: llevaremos a cabo un análisis de las pérdidas de carga en las líneas, tanto de retorno como de impulsión, considerando en éstas tanto los accesorios como las válvulas que cuentan cada una.
- Pérdida en el elemento terminal y generador
- Pérdida en el filtro
- Coeficiente del 5% de seguridad ya que puede aparecer un aumento de presión (filtros sucios...).

9.1.1.1 Selección del diámetro de las tuberías y pérdidas de carga en las líneas

Los sistemas de climatización con agua se diseñan para un salto de temperatura de 5°C y para la potencia nominal frigorífica.

EL caudal de agua a trasegar por la UTA de potencia nominal igual 12kw es de:

$$Q=P/C_p \cdot \Delta T = 12/4,18 \cdot 5 = 0,57 \text{ l/s}$$

La selección del diámetro de tubería debe determinarse para una caída de presión máxima de 40 mm.c.a/m longitud equivalente

La velocidad en dichas tuberías ha de estar comprendida entre:

- Mayor que 0,5m/s para evitar sedimentaciones en la red
- Menor que 1,2m /s para evitar ruidos en las tuberías.

Partiendo del caudal a trasegar y dichas condiciones impuestas nos vamos al gráfico A2 *pérdidas de carga por rozamiento en tuberías cerradas de acero* (situado en Anexos Volumen A: Tablas) y obtenemos los datos que se presentan a continuación

RED DE TUBERIAS DE AGUA					
TUBERIA					
Q circulante(m ³ /h)	v max(m/2)	perdida de P max	diametro(pulg)	perdidaP(mm.c.a/ml)	L Tub(m) ida y retorno
2,06699	1,2	40	1 y 1/4	15	30

El espesor de tales tuberías corresponde al indicado en ANSI (Instituto Nacional Norteamericano de estándares)

e (mm) para tuberías estándar =3,56mm

Tanto la red de impulsión como de retorno cuenta con distintos accesorios y válvulas. Siendo las longitudes equivalentes las que se muestran a continuación, obtenidas de las tabla A19: *Pérdidas de carga en válvulas* y tabla A20: *Perdidas de carga en codos y T* (se muestran en Anexos Volumen A: Tablas)

VALVULERIAS	TUBERIA ACERO		Leqv(m)	N	APLICACIÓN
	D interior(mm)	D ext(mm)			
valvulas compuertas	35,08	42,2	0,46	6	mantenimiento equipos
valvula angulares 3 vías	35,08	42,2	4,6	1	bypass
valvula angulares 2vías	35,08	42,2	4,6	1	control del caudal
valvula antiretorno oscilante	35,08	42,2	4,2	1	proteccion bomba
valvula seguridad			no entra en línea	1	proteccion del sistema
valvulas de bola			no entra en línea	2	lectura de la altura bomba

ACCESORIOS	Dext	Lequiv(m)	n
T	42,2	0,44	6
CODO	42,2	3,5	10

Para una mejor comprensión del cálculo de las pérdidas de carga, desglosaremos las líneas y especificaremos los distintos componentes que la forman.

PERDIDAS DE CARGA					
IDA					
VALVULERIA	Lequiv(m)	localizacion	funcion	L total(m)	h mano(m.c.a)
2 V compuerta	0,92	salida B.C y entrada UTA	mantenimiento	41,04	0,6156
1. V angular 3v	4,6	BYPASS	bypass		
1.V.angular 2v	4,6	Regular caudal	control T variable		

RETORNO ACCESORIOS	Lequiv(m)	VALVULERIA	Lequiv(m)	funcion	Ltotal(m)	h mano(m.c.a)
6 T	2,64	4 V compuerta	1,84	mantenimiento	73,68	1,1052
codos	35	1V antiretorno	4,2	proteccion bomba		

Siendo las pérdidas de carga a vencer por la bomba las que se muestran a continuación:

PERDIDA DE CARGA A VENCER POR LA BOMBA		
perdida de carga en tuberías ida	0,6156	m.c.a
perdida de carga en retorno	1,1052	m.c.a
perdida de carga en batería UTA	0,39	m.c.a
perdida de carga batería B.C	0,15	m.c.a
perdida de cargas en filtros	2,6	m.c.a
Coeficiente seguridad 5%	0,24304	m.c.a
h manométrica bomba(m.c.a)	5,144	m.c.a

9.1.1.2 Curvas características de la bomba seleccionada

En una bomba, el trabajo específico comunicado a un fluido es positivo y se emplea en aumentar por un lado la energía mecánica específica de un fluido y por el otro lo que puede llamarse pérdidas por disipación viscosa en el interior y turbulencias en la salida.

Por otra parte, aunque el aumento de energía específica puede ser en forma de presión, energía cinética o potencial, suele usarse el término altura manométrica para denominar este incremento, midiéndolo en unidades de longitud utilizando la constante de la gravedad. Se define por tanto, la altura manométrica de una bomba, H_B , como:

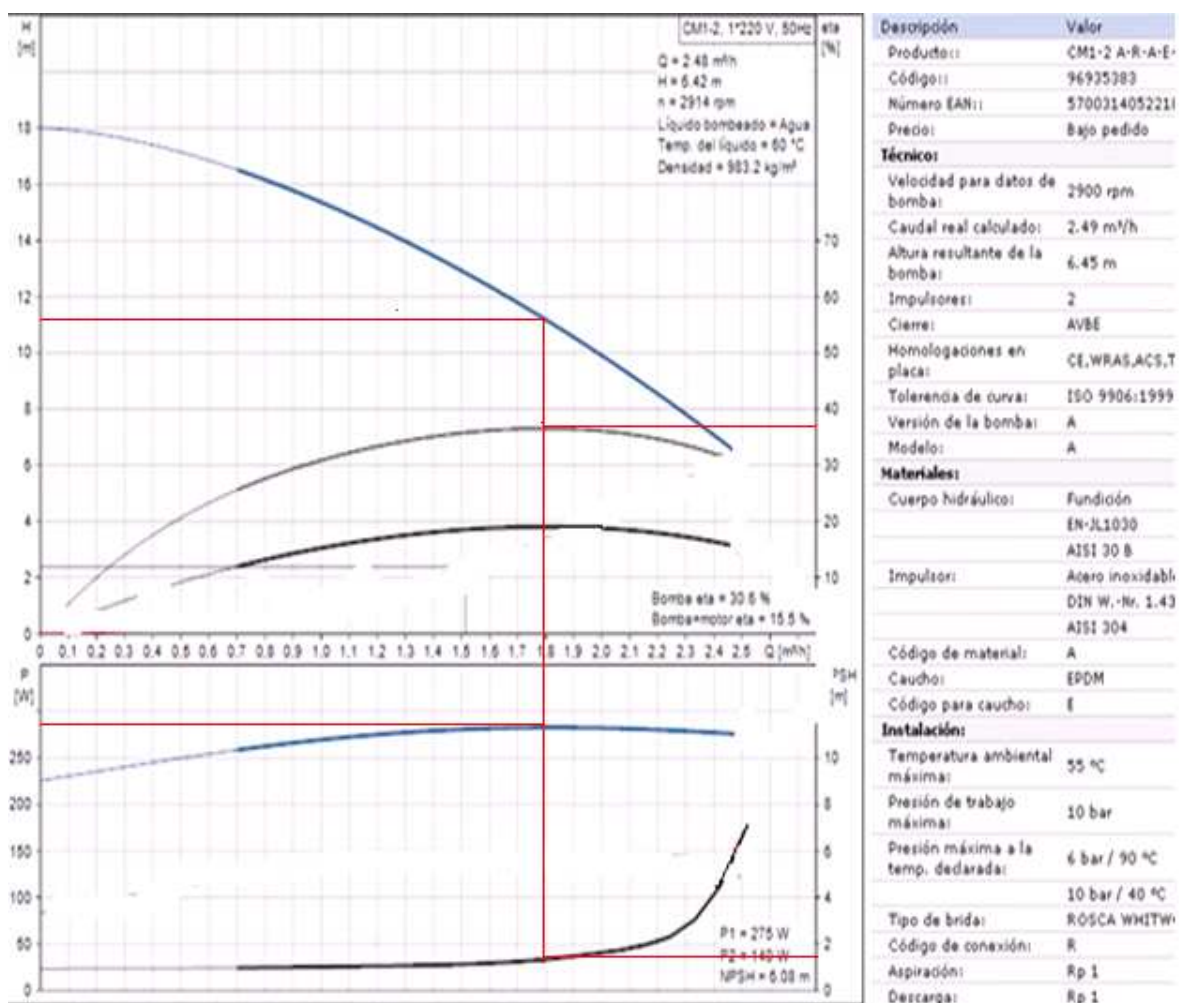
$$H_m = \left[\frac{p}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g} \right]_e^s$$

$$H_m = \frac{p_s - p_e}{\rho g} + (z_s - z_e) + \frac{v_s^2 - v_e^2}{2g}$$

La energía mecánica específica útil que suministra la bomba se determina calculando la variación de energía útil que produce en el fluido entre la entrada y salida

$$\omega_{esp} = g H_m = \left[\frac{p}{\rho} + g z + \frac{v^2}{2} \right]_e^s$$

La bomba seleccionada marca GRUDFOS, modelo CM1 posee las siguientes curvas características:



9.1.1.3 Curva característica de la instalación

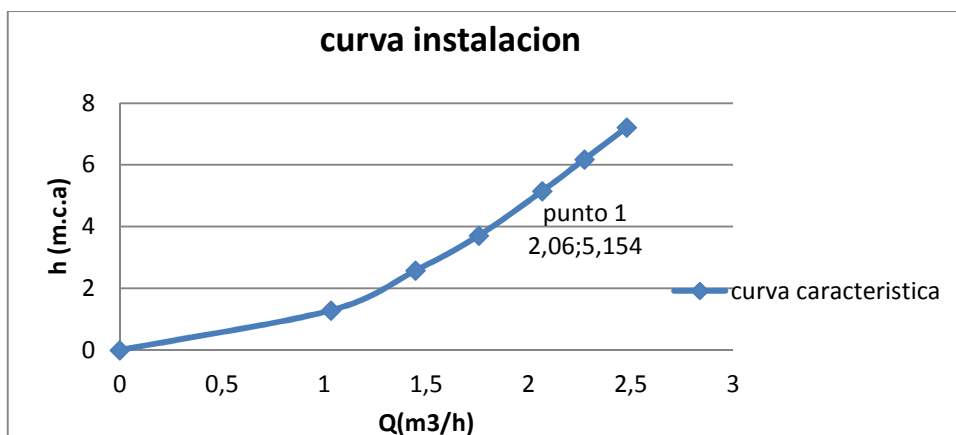
En circuitos de recirculación cerrados la energía mecánica proporcionada por la bomba se destina únicamente a vencer las pérdidas hidráulicas ya que en estas instalaciones lo que se pretende es transportar energía entre los distintos elementos de la instalación y no transportar un fluido, es decir

$$H_B = H_p$$

Por lo que la curva resistente de la instalación, H_i es igual a la de pérdidas:

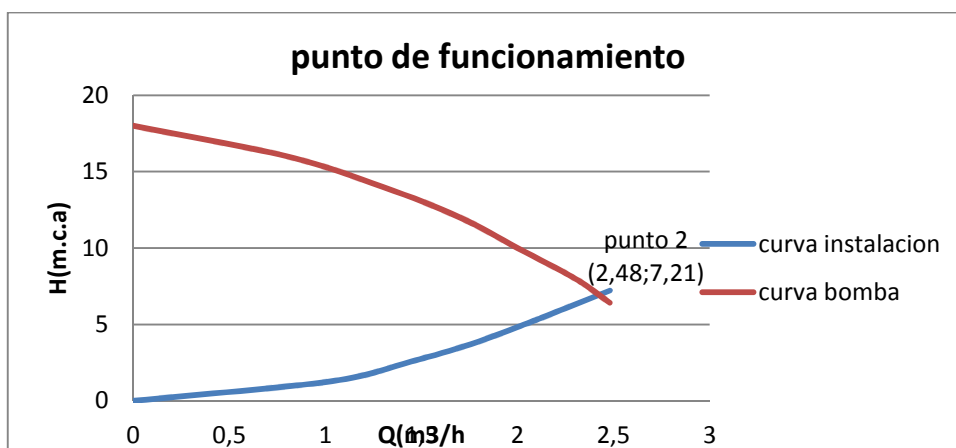
$$H_i = H_p$$

Se trata de una función que es proporcional al cuadrado del caudal y que pasa por el origen. La grafica siguiente muestra la relación entre distintos puntos de la curva de funcionamiento de la instalación con el punto nominal de la instalación:



9.1.1.4 .Punto de funcionamiento de la instalación de bombeo

La determinación del punto de funcionamiento de una instalación de bombeo se realiza por intersección de la curva característica de la bomba, H_B , con la curva de característica de la instalación, H_i



El punto de funcionamiento de mi instalación es el que corresponde a un caudal de 2,48m³/h y una altura manométrica 7,21m.c.a (PUNTO 2)

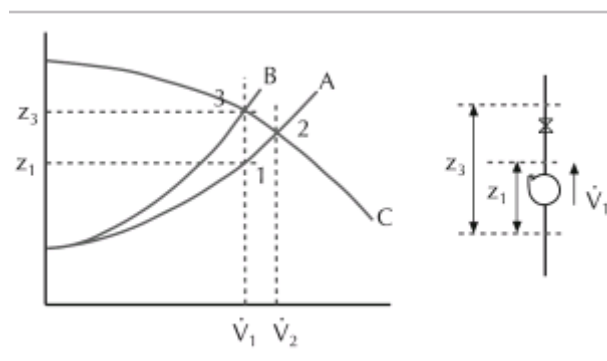
Debe asegurarse que:

- ✓ Que la bomba proporcione el caudal deseado, que se sitúe lo más próximo al punto nominal de la instalación, siendo este (2,06 m³/h; 5,15m.c.a) (PUNTO 1)

En nuestro caso, en el punto de funcionamiento (2) circula un caudal mayor que el deseado (1) proporcionando una presión mayor.

Para que el caudal bombeado se ajuste al deseado se provoca una pérdida de carga adicional mediante una válvula reguladora, en serie con la bomba, de forma que el punto de

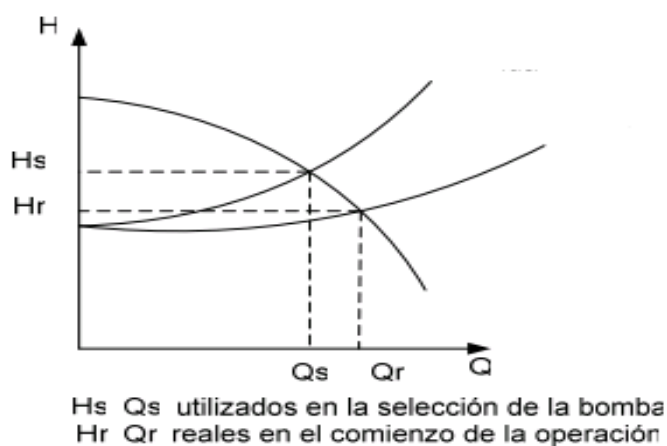
funcionamiento (2) se traslada al punto (3), la caída de presión pasa a ser mayor pero el caudal es el deseado.



El caudal que circula por el circuito puede regularse, desde un caudal máximo, punto 3, válvula totalmente abierta hasta un caudal nulo, válvula totalmente cerrada.

✓ Que se sitúe lo más próximo al punto de rendimiento máximo de la bomba, esto es su punto nominal. (1,8m³/h; 11 m.c.a).

El punto de funcionamiento de la bomba ha de estar lo más próximo al nominal de la misma. En general, siempre será preferible escoger una bomba para un caudal inferior al nominal ya que se han sobrestimado las pérdidas de carga en el circuito y con ello la curva de la instalación. De esta forma, una vez instalada la bomba el punto de funcionamiento será lo más próximo al nominal.



El punto de funcionamiento está dentro del rango adecuado, por lo que la bomba funcionará adecuadamente y con un rendimiento adecuado.

9.1.2 Depósito de inercia

El depósito de inercia es un tanque de acumulación de agua colocado en serie con el circuito de la bomba de calor y que busca reducir el número de arranques del equipo. Este dispositivo acumula agua cuando la bomba de calor está en funcionamiento y surte de agua al circuito en el tiempo de parada del equipo.

El volumen de agua de este depósito viene determinado por:

$$V.T. = \frac{P.F (Kw) * 3600 \frac{KJ}{h * Kw} * T (min)}{DT(^{\circ}C) * Cp \left(\frac{KJ}{kg * ^{\circ}C} \right) * \rho \left(\frac{Kg}{m^3} \right) * 60 \left(\frac{min}{h} \right)}$$

- VT: Volumen total de la instalación. (VT= V.D. +V.I.)

V.D: Volumen del depósito (m³)

V.I: Volumen de la instalación (m³)

- P.F: Potencia frigorífica del equipo.
- T: tiempo de reacción de los sensores.
- D.T: Incremento máximo de la temperatura durante la parada.
- Cp : Calor específico del agua 4,1813 kJ·kg⁻¹·°C⁻¹
- ρ: Densidad del agua (1000 kg/m³).

El volumen de nuestro depósito lo obtendremos restando al volumen obtenido por la fórmula el volumen de nuestra instalación.

Calculo del volumen de agua dela instalación

Lo calcularemos a través de la siguiente expresión:

$$V = A * L$$

V = volumen de la instalación m³

A = área de las tuberías en m²

L = Longitud de los diferentes tamos en m.

El área de la tubería será:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Siendo D el diámetro de la tubería en m.

A este volumen le tenemos que sumar el volumen alojado en los equipos

volumen de agua en tuberías (L)	69,151
volumen alojado en batería UTA (L)	3,4
volumen de agua en bomba de calor(L)	1,5
volumen de agua de la instalación (L)	74,051

Calculo del volumen total de la instalación

Se aplicará la formula anterior para las siguientes características:

Potencia frigorífica del equipo PF(KW)	12
Tiempo de reacción de los sensores T(min)	1
incremento max de T durante parada DT(°C)	1,1
Calor específico del agua Cp (Kj/kg C)	4,18
densidad del agua ρ (kg/m ³)	1000
Volumen total de la instalación VT(m³)	0,15659

Restándole a este volumen el volumen de agua en la instalación, obtenemos el volumen del depósito de inercia, siendo este de:

Volumen total de la instalación VT(L)	156,590
Volumen de la instalación VI (L)	74,051
volumen del depósito VD(L)	82,539

9.1.3. Vaso de expansión

“El vaso de expansión tiene la función de absorber las variaciones de volumen del fluido contenido en un circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa de fluido” [UNE 100155:1988].

Los vasos de expansión pueden ser abiertos o cerrados según si están en contacto o no con la atmósfera

El vaso de expansión con el que contaremos, es un recipiente cerrado de acero con dos cámaras separadas por una membrana elástica. En uno de ellos existe aire o gas a presión (suele usarse nitrógeno) y al otro llega el agua del circuito.



La cámara que contiene nitrógeno a presión, actúa como elemento elástico, que absorbe las variaciones de volumen experimentadas por el circuito de agua fría o caliente que llega al otro compartimento. En este caso la presión del circuito varía entre un máximo y un mínimo, de acuerdo con el grado de compresión experimentado por el gas.

El coeficiente de dilatación del agua toma valores en función de la temperatura máxima de servicio.

Tmax	Fd	Tmax	Fd	Tmax	Fd
10	0,0004	60	0,0171	90	0,0359
20	0,0018	70	0,0228	95	0,0396
30	0,0044	75	0,0258	100	0,0435
40	0,0079	80	0,0290	110	0,0515
50	0,0121	85	0,0324	120	0,0603

O bien, mediante la siguiente expresión:

$$Fd = (3,24 T^2 + 102,13 T - 2708,3)10^6$$

Cuando el agua está fría, el gas ocupará todo el volumen del vaso, ejerciendo la P_{min} que equilibra la presión manométrica absoluta del circuito. A medida que la temperatura aumenta, el agua va ocupando el volumen del vaso, con lo que el gas se comprime y la presión aumenta. Cuando se alcanza la temperatura de servicio, el agua ocupará todo el volumen de acumulación del vaso y el gas equilibrará la máxima presión absoluta de servicio P_{max} .

De lo anterior se deduce, que cuando el gas ejerce la P_{min} ocupa el volumen total del vaso, V_t y que cuando el gas ejerce la P_{max} ocupa el volumen $V_t - \Delta V$, siendo:

$$\Delta V = fd \cdot V_t$$

Dónde:

ΔV es el volumen de expansión máximo experimentado por el agua a la temperatura de servicio.

V_i es el volumen de agua de la instalación cuando la temperatura de ésta es la más baja.

f_d es el coeficiente de dilatación del agua.

Está claro, que si consideramos que el incremento de presión del sistema es proporcional al incremento de temperatura podemos escribir:

$$\frac{V_f}{V_f - \Delta V} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}}$$

Dónde:

V_f es el volumen final del vaso

P_{\max} es la presión absoluta del circuito a la temperatura máxima (presión de tarado de la válvula de seguridad más la presión atmosférica)

P_{\min} es la presión absoluta del circuito a la temperatura inicial de llenado (presión debida a la columna de líquido más la presión atmosférica)

De donde se deduce que el volumen final del vaso de expansión será

$$V_f = \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}} \cdot \Delta V$$

O lo que es lo mismo:

$$V_f = \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}} \cdot f_d \cdot V_i$$

A la hora de escoger un vaso de expansión comercial habrá que escoger uno que tenga una capacidad inmediatamente superior al volumen final del vaso, V_f .

9.1.3.1 cálculos para la selección del vaso de expansión

El dimensionamiento del vaso de expansión se hará de acuerdo a la norma UNE -100-155-08

Para una temperatura del agua en la ida de un circuito de calefacción igual a 45°C y una temperatura de retorno igual a 40°C, la temperatura media es de :

$$T_{\text{media}} = 42,5^\circ\text{C}$$

El coeficiente de dilatación del agua para esta temperatura, según la tabla anterior, es de:

$$F_d=0,0074$$

Lo siguiente a calcular será el volumen de agua de la instalación, V_i . El volumen de agua de un circuito hidráulico se calcula teniendo en cuenta el volumen de agua del depósito de inercia, el de las baterías de los equipos generadores y terminales y el volumen de agua contenido en la red de distribución de calor.

volumen de agua en tuberías (L)	69,151
volumen alojado en batería UTA (L)	3,4
volumen de agua en bomba de calor(L)	1,5
volumen del deposito inercia (L)	82,539
volumen de agua de la instalacion (L)	156,590

A continuación analizaremos las presiones a considerar en la puesta en marcha y funcionamiento de la instalación, siendo estas:

- Altura de la instalación H : es la diferencia de cotas entre el vaso de expansión y el punto más elevado del circuito.

- Presión mínima P_{\min} : la presión mínima o presión de llenado es la presión a la que se llena el circuito cerrado.

Se fija de forma que se asegure una presión relativa de aproximadamente 1 bar en cualquier parte del circuito, con la bomba parada o en marcha.

- Presión inicial del vaso de expansión: la presión inicial de la cámara de aire del vaso de expansión P_i debe ser 0,2-0,3 bar inferior a la presión de llenado

- Presión máxima de servicio P_{\max} : en un circuito cerrado de calefacción, es la presión del circuito hidráulico cuando el fluido se dilata al alcanzar su temperatura máxima.

- Presión de la válvula de alivio (válvula de seguridad): es la presión a la que abre las válvula de seguridad (válvula automática de alivio) situada en el tramo que conecta el circuito cerrado al dispositivo de alimentación. Esta presión debe ser 0,2 a 0,3 bar superior a la presión máxima de servicio

- Presión nominal de los equipos, accesorios: es la presión a la que pueden estar trabajando los equipos con normalidad sin que se reduzca su vida útil. La presión nominal debe ser superior a la de tarado de las válvulas de seguridad.

- Presión de las válvulas de seguridad: los circuitos cerrados dispondrán de una o más válvulas de seguridad. La presión de tarado, mayor que la presión máxima de ejercicio en el punto de instalación y menor que la de prueba, vendrá determinada por la norma específica del producto o, en su defecto, por la reglamentación de equipos y aparatos a presión.

- Presión de prueba: la presión de prueba de los circuitos cerrados para climatización será una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6bar.

Dado que la altura de nuestra instalación sobre el vaso de expansión es de 0 m, la presión mínima, P_{\min} , es de: $P_{\min} = 1$ bar

La presión inicial del nitrógeno del vaso (antes de instalarlo) será de $P_i = 0,7$ bar.

La presión máxima de servicio del circuito se establece en $P = 3$ bar, dada por el fabricante de la bomba de calor.

Se instalara una válvula de seguridad de $P = 3,5$ bar.

Todos los elementos que se instalen tendrán una presión nominal de $P = 4,5$ bar.

La presión de prueba del circuito será de:

$$P_B = 1,5 \cdot P_{\text{válvula seguridad}} = 6,75 \text{ bar}$$

Hay que tener en cuenta que para el cálculo del volumen del vaso las presiones consideradas son absolutas. A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos:

VASO EXPANSION	
volumen del vaso de expansion V_t (L)	1,5068
Vagua en instalacion(V_i)(L)	156,59
Vagua en tuberias(L)	69,15
V agua en B.C(L)	1,5
Vagua en bateria de UTA(L)	3,4
V del deposito de inercia (L)	82,539
Tmedia max agua caliente($^{\circ}\text{C}$)	42,5
Tsalida de B.C ($^{\circ}\text{C}$)	45
Tentrada B.C($^{\circ}\text{C}$)	40
coeficiente de dilatación del fluido(β)	0,00748
coeficiente de presión	1,29
Presión máxims(absoluta)(bar)	4,5
presion minima absoluta(bar)	1

La mayoría de fabricantes incorporan en el sistema hidráulico de sus bombas de calor un vaso de expansión predimensionado. Nuestra bomba de calor marca GENIA AIR, posee un vaso de expansión de 2L, por lo que no es necesario cambiarlo ni ampliarlo.

10. ALUMBRADO INTERIOR

Se pretende rediseñar el alumbrado interior con criterio de eficiencia energética adecuado a la normativa vigente en esta materia a la par que se garanticen las exigencias visuales necesarias en cada local en función de la actividad desarrollada ,según las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centro de trabajo.

El edificio como ya comentamos, en su situación de partida cuenta con fluorescente suspendidas con una potencia instalada de 12w/m2 distribuidas en los distintos espacios como se demuestra en la tabla adjunta:

SITUACION DE PARTIDA			
espacios	S(m2)	fluorescente	Pinstalada(w)
E1	17,5	2	210
E2	37,58	4	450,96
E3	7,5	1	90
E4	11,02	2	132,24
E5	17,49	2	209,88
E6	12,99	2	155,88
E7	20,14	2	241,68
E8	88,9	5	1066,8
total	213,12		2557,44

10.1. Diseño según disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo

El procedimiento para el diseño de un alumbrado interior consiste en determinar el número de luminarias y su distribución para conseguir un nivel de iluminación, E, prefijado.

El nivel de iluminación se obtendrá a partir de la norma UNE-EN 12464-1, del Real Decreto 486/197 *Seguridad y Salud en los centros de trabajo*.

Asimismo, junto con la anterior norma UNE, en la fase de diseño de una instalación de iluminación de un espacio que vaya a ser destinado como centro de trabajo, hay que considerar la normativa en materia de Prevención de riesgos laborales. Concretamente, se consultará los requisitos en iluminación recogidos en el anexo IV, Iluminación en los centros de trabajo, del Real Decreto 486/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

El Real Decreto 486/1997 exige que el diseño de toda instalación de iluminación de un centro de trabajo:

- Garantice las exigencias visuales que el trabajador necesita para desarrollar satisfactoriamente sus tareas.
- No pueda dar lugar a situaciones en las que, por un inadecuado nivel de iluminación, se pueda producir un riesgo en la seguridad y salud de los trabajadores.

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas como:	
1) Bajas exigencias visuales	100
2) Exigencias visuales moderadas	200
3) Exigencias visuales altas	500
4) Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo
recoigidos en el apartado 3 del anexo 4 del Real Decreto 486/1997

A continuación, se desarrolla el procedimiento para obtener el número de luminarias necesarias para garantizar el nivel de iluminación fijado:

1. Determinar el flujo luminoso neto, Φ_n . Este flujo, expresado en lúmenes, es el necesario en el plano de trabajo del local para el nivel de iluminación buscado:

$$\Phi_n = E \times S$$

Donde;

Φ_n : flujo neto en el plano de trabajo en lúmenes (lm)

E: nivel de iluminación prefijado en luxes (lm /m2)

S: superficie del local a iluminar (m2)

Para este cálculo debemos diferenciar los locales de nuestro edificio de oficinas:

Los espacios que son considerados de altas exigencias visuales son los espacios 2, 3, 4, 5

El espacio 8 es un espacio considerado como vía de circulación de uso habitual, el resto de los espacios, E1, E6 Y E7, se consideran áreas de uso ocasional.

Siendo las superficies de éstos:

espacios	Exigencias altas	Uso ocasional	Circulación habitual
	S(m2)	S(m2)	S(m2)
E1		17,50	
E2	37,58		
E3	7,50		
E4	11,02		
E5	17,49		
E6		12,99	
E7		20,14	
E8			88,90
total	73,59	50,63	88,90

El nivel de iluminación necesario en el plano de trabajo, según lo establecido en el RD 486/97, es de 500 luxes para aquellos espacios con exigencias visuales altas, y 50 luxes tanto para los locales de uso ocasional como los de circulación habitual.

El flujo luminoso en el centro de trabajo será de:

espacios	Exigencias altas	Uso ocasional	Circulación habitual
	$\Phi_n(\text{lm})$	$\Phi_n(\text{lm})$	$\Phi_n(\text{lm})$
E1		875	
E2	18790		
E3	3750		
E4	5510		
E5	8745		
E6		649,5	
E7		1007	
E8			4445

- Una vez obtenido el flujo neto en el plano de trabajo, se deberá determinar el flujo total que deben proporcionar las luminarias situadas en el techo.

Para ello, se debe considerar el denominado “rendimiento de iluminación” de tal forma que el flujo total se podrá expresar mediante la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{\Phi_n}{\mu_L}$$

Dónde:

Φ_T : Flujo total que deben suministrar las luminarias para que, en el plano de trabajo, se disponga del flujo neto estimado.

Φ_n = Flujo lumínico necesario en el plano de trabajo para conseguir el nivel de iluminancia fijado. Se expresa en lúmenes.

μ_L : Rendimiento lumínico de la instalación. Es un índice adimensional que refleja el aprovechamiento del flujo luminoso de las lámparas en el plano de trabajo. Este es un parámetro muy complejo de calcular porque depende de muchos factores específicos del local (dimensiones, distancia en altura desde las luminarias hasta el plano de trabajo, color de las paredes, suelo y techo, así como orientación de las luminarias). También influye mucho la consideración del factor de conservación de la lámpara y del factor del mantenimiento de la instalación que está en función del envejecimiento de la lámpara y de la polución del ambiente, respectivamente.

De todas formas, a efectos de realizar un cálculo rápido y bastante realista, se puede considerar el siguiente rendimiento de la iluminación en función del criterio, de la orientación, de la luminaria respecto al plano de trabajo:

Alumbrado directo. Es cuando el flujo lumínico de las luminarias se dirige totalmente hacia el plano de trabajo. En este caso, sería correcto considerar un rendimiento del 40%

espacios	Exigencias altas	Uso ocasional	Circulación habitual
	$\Phi_T(\text{lm})$	$\Phi_T(\text{lm})$	$\Phi_T(\text{lm})$
E1		2187,5	
E2	46975		
E3	9375		
E4	13775		
E5	21862,5		
E6		1623,75	
E7		2517,5	
E8			11112,5

3. El último paso consiste en determinar el número de lámparas o luminarias necesarias para garantizar el flujo total. En este caso, habrá que recurrir al catálogo del fabricante para saber el flujo luminoso de cada lámpara, Φ_L ; se suele proporcionar el flujo de la lámpara de dos formas:

- A través de la eficacia lumínica de la lámpara expresada en W/lúmenes. Este caso se da cuando existen varios modelos de distintas potencias de una misma gama de lámparas.
- El flujo lumínico total de cada lámpara individual.

Una vez determinado el flujo que proporciona cada lámpara, el número de lámparas necesarias será:

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

Dónde:

Φ_T Flujo total que deben aportar las lámparas.

Φ_L Flujo lumínico de una lámpara individual.

Se pretende determinar cuál será el número de tubos fluorescentes a utilizar si cada uno de ellos posee una eficacia de 100lúmenes/W y una potencia de 54W. Siendo el flujo lumínico que proporciona cada tubo de este tipo:

Un tubo de 54W, tendrá un $\Phi_L = 100 \text{ lúmenes/W} \times 54\text{W} = 5400 \text{ lúmenes}$

espacios	Exigencias altas	Uso ocasional	Circulación habitual
	Numero lámparas	Numero lámparas	Numero lámparas
E1		1	
E2	9		
E3	2		
E4	3		
E5	4		
E6		1	
E7		1	
E8			2

Lo siguiente consistiría en distribuir por el techo de la forma más uniformemente posible el número de luminarias obtenido para conseguir una iluminación homogénea en el plano de trabajo.

Los tubos fluorescentes son lámparas que necesitan un equipo auxiliar para el encendido consistente en una reactancia o balasto. Se seleccionaron balastos de la clase A1. La potencia total, considerada la potencia consumida por las reactancias es de 75W.

Directiva Europea 2000/55/CE, de 18 de septiembre, relativa a los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes. Establece un calendario para ir retirando del mercado los balastos que no cumplan unos valores mínimos de eficiencia.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de balastos según el índice de eficiencia energética (IEE).

CLASE DE BALASTO	POTENCIA DE RED (W)
A1	$\leq 19/38W(25\% - 100\%)$
A2	≤ 36
A3	≤ 38
B1	≤ 41
B2	≤ 43
C	≤ 45
D	> 45

Tabla 18: clasificación de balastos en función del índice de eficiencia energética

10.2 Diseño con criterio de eficiencia energética

El diseño de instalaciones lumínicas interiores con criterios de eficiencia energética debe adecuarse a la normativa vigente en la materia.

DOCUMENTO BÁSICO HE 3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DELAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN (CTE)

Esta parte del Código Técnico de la Edificación (CTE) establece las prescripciones y parámetros necesarios para conseguir una iluminación adecuada en el interior de los edificios considerando tanto el nivel de iluminación como el consumo energético. Está especialmente indicada para edificios de oficinas y locales comerciales.

El parámetro más importante que proporciona el HE3 es el VEEI (valor de eficiencia energética de la Instalación). Este índice es de obligado cumplimiento y se define como la relación entre la potencia instalada por m² de superficie para obtener una iluminancia de 100 lux. El VEEI se consigue mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{100\text{lux} \times P}{S \times E_m} \text{ (w / m}^2\text{)}$$

Dónde:

P: Potencia de la luminaria y sus dispositivos auxiliares (W).

S: Superficie en m².

E_m: Iluminación media en lux.

Espacios	fluorescentes	P conjunto(W)	P instalada(w)	S(m2)	EM(lux)	VEEI(W/m2)
E1	1	75	75	17,5	50	8,6
E2	9	75	675	37,58	500	3,6
E3	2	75	150	7,5	500	4,0
E4	3	75	225	11,02	500	4,1
E5	4	75	300	17,49	500	3,4
E6	1	75	75	12,99	50	11,5
E7	1	75	75	20,14	50	7,4
E8	3	75	225	88,9	50	5,1
total			1800	213,12		

Siendo la potencia instalada en nuestro edificio 8,45 W/m²

Una vez calculado el índice VEEI se debe establecer un criterio de aceptación de la eficiencia lumínica de la instalación.

Para ello, la sección HE3 proporciona unos valores límite en función del tipo de actividad que desarrolla la instalación.

Las instalaciones se clasifican en dos grupos en función de su actividad:

Grupo1. Zonas de no representación o espacios donde el estado anímico que se quiere transmitir al usuario es secundario frente, a los criterios de nivel e iluminación, confort visual y eficiencia energética.

Grupo 2. Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño y estado anímico que se quiere transmitir al usuario son más importantes que los criterios de eficiencia energética.

En la tabla 2.1 de la sección HE3 se proporciona una relación detallada de la clasificación de las instalaciones y el valor límite que puede alcanzar el VEEI.

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ₍₄₎	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ₍₂₎	4,0
	habitaciones de hospital ₍₃₎	4,5
	zonas comunes ₍₁₎	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ₍₅₎	5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ₍₆₎	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ₍₇₎	8
	hostelería y restauración ₍₈₎	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ₍₇₎	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ₍₁₎	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

(Tabla 19: valores límites de eficiencia energética de la instalación, fuente: tabla 2.1 de HE3)

En resumen, los rangos entre los que puede oscilar el VEEI de una instalación son:

Grupo 1: zonas de no representación: VEEI 3,5 - 5

Grupo 2: zonas de representación: VEEI 6 – 12

Los valores calculados entran dentro de los rangos de los valores límites. Los espacios 1,6 y 7 pertenecen al grupo 2, zonas de representación, en los que el confort visual es secundario.

11. ENERGIA SOLAR TERMICA

En los últimos 15 años se han producido cambios muy importantes en la estructura energética de la Unión Europea. Los modelos de producción y consumo de energía vigentes desde las revoluciones industriales del siglo XIX están siendo sustituidos por otros que garanticen el suministro energético a la sociedad europea a partir de 2020.

La actual planificación energética de la UE tiene por objeto disminuir la dependencia energética de combustibles fósiles y el aumento de su autoabastecimiento a partir de fuentes de energía primaria de energía renovables.

En el ámbito de las energías renovables la Unión Europea ha aprobado la Directiva 2009/28/CE que modifica las anteriores de producción de energías renovables destinadas a la generación de electricidad (Directiva 2001/77/CE) y la Directiva 2003/30/CE de biocombustibles.

La Directiva 2009/28/CE establece nuevos objetivos en materia de producción de energías renovables. Para alcanzar el objetivo, de aumentar la producción de energías renovables hasta que alcancen el suministro del 20% de la energía total consumida, fijado para 2020, la norma asigna a cada Estado miembro una cuota mínima de producción nacional de energías renovables. A España se le asigna la cuota del 20%.

La legislación que regula las instalaciones solares se encuentra dispersa en varias normas.

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HE “Ahorro de energía”, desarrolla el uso de la energía solar activa en las secciones “HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” y “HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”. Estos documentos no solo son de consulta, sino de obligado cumplimiento.

Las instalaciones solares térmicas entran en el campo de aplicación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).

La principal aplicación de las instalaciones solares térmicas en edificación, según la normativa, es la producción de agua caliente sanitaria (ACS).

De forma secundaria, se contempla el aprovechamiento para la climatización de piscinas y para usos de calefacción. El principal sistema de calefacción asociado a una instalación solar térmica es el denominado *suelo radiante*, que necesita una temperatura bastante inferior a la de los radiadores convencionales.

Según la sección HE 4 “Contribución solar mínima a la producción de agua caliente sanitaria”, los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- Sistema de regulación y control que se encarga, por un lado, de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
- Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

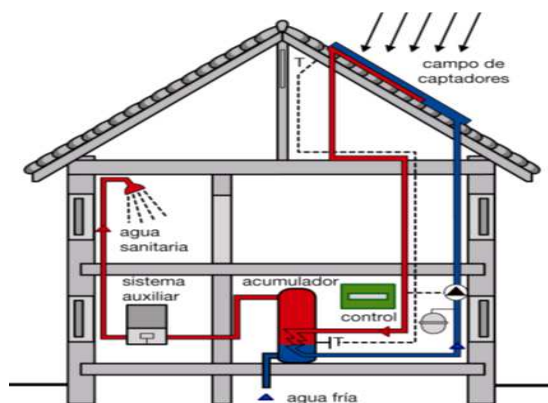


Figura8 principales subsistemas de una instalación solar térmica

11.1. Dimensionado de una instalación térmica

Para el cálculo y dimensionado de una instalación térmica nos basaremos en la sección HE4 -CTE *contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*. Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

Otro documento de referencia muy importante, pero no de obligado cumplimiento, es el *Pliego de condiciones de instalaciones de baja temperatura* (IDAE, versión 2009).

Dimensionar una instalación solar implica obtener el número de colectores o paneles solares necesarios para satisfacer la demanda de un edificio.

Para determinar el número de colectores es preciso seguir una metodología que permita proporcionar la superficie útil de captación que permita satisfacer la cobertura mínima de energía solar que exija la normativa.

La secuencia para el dimensionado de la instalación solar será:

- Cálculo de la demanda energética total del edificio.
- Factor de cobertura solar de la instalación en función del tipo de energía auxiliar convencional empleada
- Energía solar que se puede captar potencialmente de la ubicación del edificio (localidad) y de la inclinación de los paneles. En este apartado deberán determinarse también las posibles pérdidas por sombra y orientación de los paneles.
- Obtención de la superficie útil de captación necesaria. Existen diversos métodos de cálculo reconocidos para conseguir la superficie necesaria. Se desarrollará el denominado **f-chart**, uno de los más utilizados y además el recomendado por el *Pliego de condiciones técnicas* del IDAE.
- Verificación del porcentaje de cobertura solar satisfecho en función de lo exigido por la normativa. En caso de no alcanzarse el objetivo marcado deberá repetirse el procedimiento utilizando otro tipo de paneles o variando la colocación de los mismos.

A continuación se procede a realizar la secuencia de cálculo mencionada, la obtención de los resultados que se exponen a continuación se encuentran desarrollados en el Anexo Volumen B: Metodología

11.1.1. Cálculos de la demanda de agua caliente sanitaria de nuestro edificio

Se calculará la demanda energética mensual y anual que precisa nuestro edificio sabiendo que la ocupación del mismo es de 18 personas y que esta ocupación se mantiene durante todo el año. La acumulación será centralizada y temperatura del acumulador se regulará para que alcance 60 °C.

mes	dias/mes	usuarios	io(l/persona)	diario(L/dia	ocupacion	mensual(l/m	TACS	TAF	Tacs-Taf	Emensual(kwh)
enero	31	18	3	54	100	1674	60	6	54	104,9598
febrero	28	18	3	54	100	1512	60	7	53	93,0468
marzo	31	18	3	54	100	1674	60	9	51	99,1287
abril	30	18	3	54	100	1620	60	11	49	92,169
mayo	31	18	3	54	100	1674	60	12	48	93,2976
junio	30	18	3	54	100	1620	60	13	47	88,407
julio	31	18	3	54	100	1674	60	14	46	89,4102
agosto	31	18	3	54	100	1674	60	13	47	91,3539
septiembre	30	18	3	54	100	1620	60	12	48	90,288
octubre	31	18	3	54	100	1674	60	11	49	95,2413
noviembre	30	18	3	54	100	1620	60	9	51	95,931
diciembre	31	18	3	54	100	1674	60	6	54	104,9598
									anual	1138,1931

11.1.2 Factor de cobertura solar de la instalación

La sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” prescribe en el apartado 2 el porcentaje de la demanda de energía del edificio destinada al consumo de ACS que la instalación de solar térmica debe satisfacer.

Para ello se tienen en cuenta tres factores:

- Zona climática donde se ubica el edificio.
- Consumo diario de ACS.
- Tipo de energía convencional auxiliar.

Para calcular el porcentaje mínimo de cobertura que debe proporcionar la instalación solar de baja temperatura, según la sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, a nuestro edificio hemos de saber que éste dispone de un termo eléctrico como apoyo al sistema de producción de ACS. La energía demandada es 1138,19 kWh/año, siendo el caudal diario demandado por el edificio 54l/días y éste se encuentra emplazado en la zona climática IV.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Según la tabla 2.2 de HE4 los colectores solares deberán proporcionar al menos un 70% de la energía demanda total, es decir, unos 796,73kWh, ésta cobertura es una fracción anual. No significa que en todos los meses del año deba conseguirse ese porcentaje de sustitución

11.1.3 Obtención de la radiación solar mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores

La metodología a seguir para determinar la energía incidente en función del ángulo de inclinación del panel será:

- Obtención de la energía incidente diaria por metro cuadrado, H, en la superficie horizontal.
- Determinación de la latitud de la ubicación de la instalación.
- Determinación de los coeficientes, k, asociados a la inclinación de los paneles y latitud del emplazamiento
- Obtención, de la energía mensual, Hmes, como producto del número de días del mes, el factor k y la energía solar incidente en un día medio del mes, Hdía.

$$H_{mes} = n \times k \times H_{día}$$

mes	días/mes	H(MJ/m2día)	Kmes	H mes(kwh/m2)
enero	31	6,7	1,4	80,77
febrero	28	10,6	1,29	106,35
marzo	31	13,6	1,15	134,68
abril	30	18,8	1,01	158,23
mayo	31	20,9	0,91	163,77
junio	30	23,5	0,88	172,33
julio	31	26	0,92	205,98
agosto	31	23,1	1,03	204,88
septiembre	30	16,9	1,2	169
octubre	31	11,4	1,39	136,5
noviembre	30	7,5	1,52	95
diciembre	31	5,9	1,5	76,21

Considerando las pérdidas debidas a la inclinación y orientación de los paneles, la energía incidente sobre los mismos queda de la siguiente manera para los distintos meses:

mes	dias/mes	H(MJ/m2dia)	Kmes	%perdidas incl/or	H mes(kwh/m2)
enero	31	6,7	1,4	10	72,70
febrero	28	10,6	1,29	10	95,72
marzo	31	13,6	1,15	10	121,21
abril	30	18,8	1,01	10	142,41
mayo	31	20,9	0,91	10	147,40
junio	30	23,5	0,88	10	155,10
julio	31	26	0,92	10	185,38
agosto	31	23,1	1,03	10	184,40
septiembre	30	16,9	1,2	10	152,10
octubre	31	11,4	1,39	10	122,81
noviembre	30	7,5	1,52	10	85,50
diciembre	31	5,9	1,5	10	68,59

11.1.4. Obtención de la superficie útil de captación necesaria

Existen diversos métodos de cálculo reconocidos para conseguir la superficie necesaria. Se desarrollará el denominado **f-chart**, uno de los más utilizados y además el recomendado por el *Pliego de condiciones técnicas* del IDAE.

Para comenzar el procedimiento de cálculo se precisa estimar una superficie captadora inicial. El criterio a seguir consiste en considerar un ratio 70 l/m² sobre la demanda diaria.

Siendo la superficie inicial:

$$S_c = 1,8 \text{ m}^2$$

El modelo de colector a utilizar será un Fagor Solaria 2.4, con un factor de eficiencia óptica de 0,6717 y coeficiente global de pérdidas, U_o , 3,141 W/m²K. El colector tiene una superficie captadora útil de 1 m². Los paneles van a montarse con una inclinación de 45°.

Como la superficie unitaria del colector seleccionada de 1 m², el número de paneles será:

$$n = 2$$

Por lo que la superficie captadora definitiva:

$$S_c = n \times S_u = 2 \text{ m}^2$$

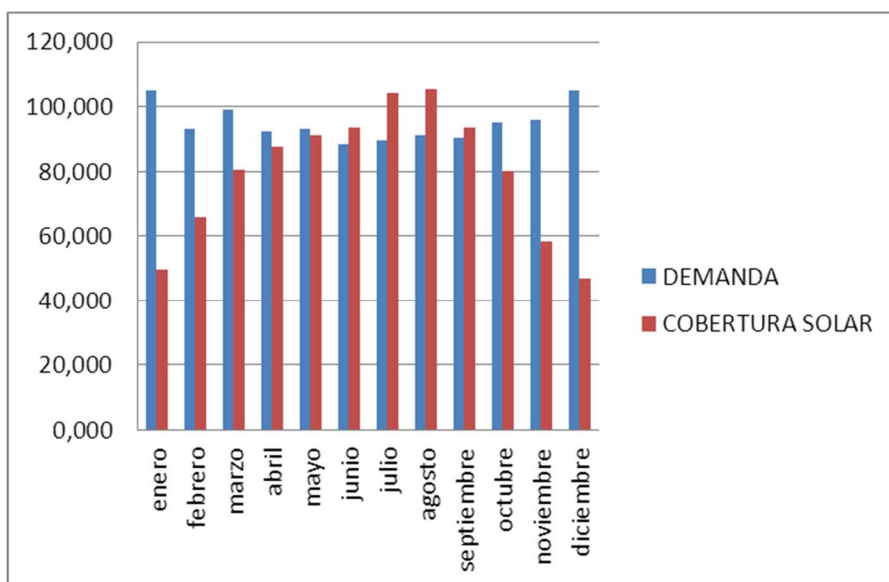
El coeficiente de cobertura mensual de la instalación con sendos paneles será:

mes	E mensual	f	E solar
enero	104,960	0,472	49,576
febrero	93,047	0,709	66,001
marzo	99,129	0,813	80,567
abril	92,169	0,950	87,526
mayo	93,298	0,977	91,194
junio	88,407	1,056	93,394
julio	89,410	1,166	104,221
agosto	91,354	1,153	105,375
septiembre	90,288	1,034	93,369
octubre	95,241	0,843	80,284
noviembre	95,931	0,609	58,427
diciembre	104,960	0,446	46,777
ANUAL	1138,193		956,711

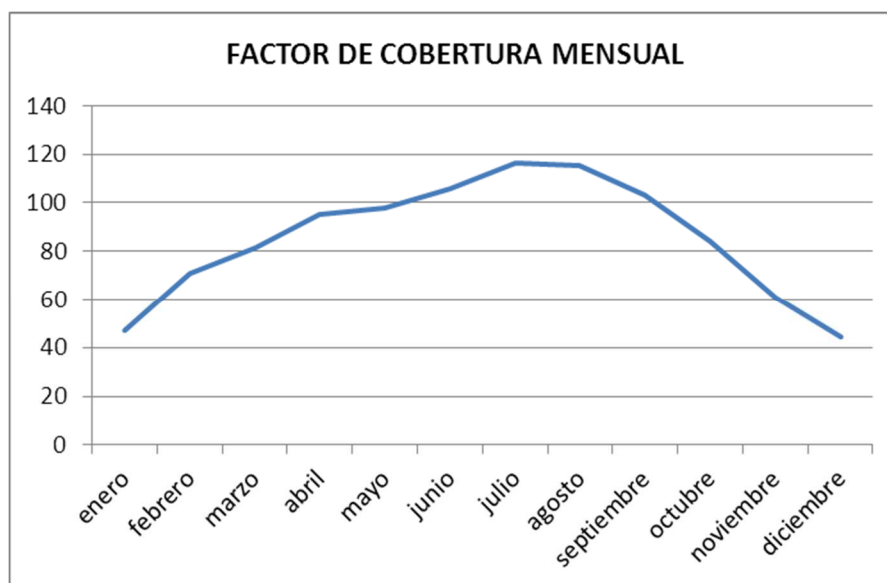
Siendo la cobertura solar anual:

$$F = \text{cobertura solar anual} / \text{demanda anual} = 956,71 \text{ kWh} / 1138,19 \text{ kWh} = 0,84 \text{ (84\%).}$$

La cobertura solar obtenida con 2 paneles satisface el mínimo exigido por la tabla 2.2 de la sección HE4 para este edificio (70%).



En la siguiente gráfica se muestra la cobertura mensual que proporcionaría la superficie captadora estudiada:



Como puede observarse existen varios meses consecutivos en los que se cubre el 100% de la demanda. A este respecto, se debe puntualizar lo que el apartado 2.1.4 de la sección HE4 prescribe en estas situaciones:

“ Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de 3 meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso, el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y, a su vez, evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existente

12. CALIFICACION DE EFICIENCIA ENERGETICA DE LOS EDIFICOS

La Directiva 2002/91/CE, de Eficiencia Energética en Edificios, obligó a los Estados miembros a que adaptaran sus legislaciones para que los promotores o titulares de un edificio pusieran a disposición del futuro usuario o comprador de la vivienda un certificado donde se reflejase su calificación de eficiencia energética.

España transpuso este mandato a través del Real Decreto 47/2007, que aprueba el procedimiento para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Generalmente, se tiende a confundir los conceptos de eficiencia energética, calificación de eficiencia energética, certificación de eficiencia energética y certificado de eficiencia energética.

Eficiencia energética. Se define como “la cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación”.

La eficiencia energética del edificio durante su vida útil depende fundamentalmente de dos variables:

- La limitación de la demanda energética a través de un correcto aislamiento de la envolvente del edificio, así como de otros factores como orientación y nivel de radiación solar recibido en las fachadas.
- El rendimiento de la instalación de climatización y de agua caliente sanitaria tanto en la distribución como en la producción de calor y frío.

Calificación energética: expresión de la eficiencia energética de un edificio que se determina de acuerdo con una metodología de cálculo y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética



Los indicadores energéticos se expresan mediante letras asociadas a un color: A, verde (edificio con mayor eficiencia energética) – G, rojo (edificio con menor eficiencia energética)

Certificado de eficiencia energética: es el documento donde constan las características energéticas del edificio y su calificación energética.

Para tener validez debe estar firmado por la persona responsable e inscrito en el registro oficial.

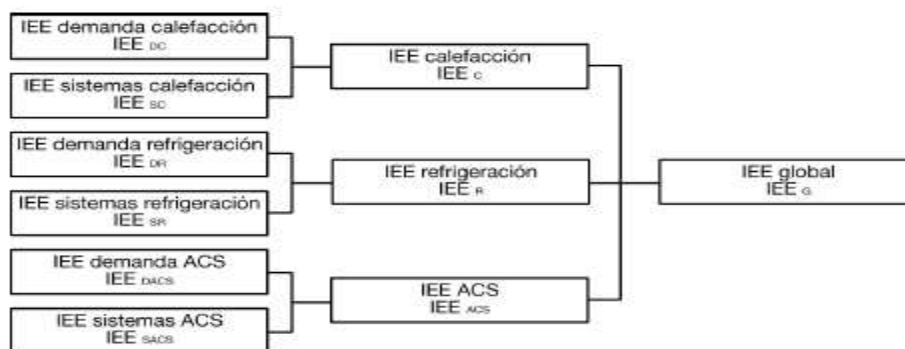
Certificación de eficiencia energética de un edificio: es el conjunto de trámites administrativos y técnicos que tienen como finalidad que un órgano oficial verifique la calificación energética de un edificio y dé validez a su indicador energético.

El procedimiento para obtener la calificación energética de un edificio suele ser bastante tedioso y complejo. Existe la posibilidad de realizarla de forma simplificada mediante los procedimientos reconocidos oficialmente utilizando los formularios y tablas recogidas en los mismos, pero con ellos no se puede obtener una calificación que abarque toda la escala de eficiencia energética (letras A-G).

La propia normativa recomienda la utilización de una serie de programas informáticos que, aunque relativamente complejos en su uso, permiten obtener una calificación reconocida por los organismos administrativos competentes a la hora de certificar el edificio.

El procedimiento para la calificación energética de un edificio se basa en obtener el denominado *indicador de eficiencia energética global*, IEEG, a partir de la siguiente metodología:

- Datos generales del edificio.
- Cálculo del índice de eficiencia energética de las demandas de calefacción, refrigeración, ACS.
- Obtención del índice de eficiencia energética de los sistemas de calefacción, refrigeración, ACS a partir de sus rendimientos estacionales.
- Obtención del índice de eficiencia energética global a partir de la suma ponderada de los índices de eficiencia energética obtenidos anteriormente.



Fases de obtención del índice de eficiencia energética global

Índice de eficiencia energética de la demanda de calefacción (IEE_{DC})

Este indicador es la suma de tres términos asociados a los siguientes factores:

- Pérdidas a través de la envolvente térmica del edificio (IEE_{opaco}): es un término asociado a la resistencia térmica de los cerramientos.
- Ventilación del edificio (IEE_{vent}). Este factor está relacionado con los valores mínimos de renovación establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.
- Ganancias solares de las fachadas del edificio (IEE_{huecos}): se consideran en función de la superficie de los huecos y la orientación del edificio.

Índice de eficiencia energética de la demanda de refrigeración (IEE_{DR})

El indicador de eficiencia energética de la demanda de refrigeración está relacionado directamente con la ganancia solar en los huecos acristalados de las fachadas del edificio.

Indicador de eficiencia energética de sistemas (IEE_S)

En esta fase se estudian los sistemas de generación de calefacción y refrigeración obteniendo sendos indicadores de eficiencia energética en función de la superficie interior afectada por el sistema de climatización.

Para obtener el índice de eficiencia energética de los sistemas es necesario disponer como punto de partida de los rendimientos nominales instantáneos proporcionados por el fabricante para los distintos equipos de generación de calor y frío

Indicador de eficiencia energética global (IEE_G)

Una vez determinados los indicadores de eficiencia energética de las demandas y de los sistemas, ya se puede proceder a la valoración del índice energético global del edificio.

Para obtener el indicador global se seguirán los siguientes pasos:

- Se multiplicarán los indicadores de eficiencia energética de la demanda y del sistema para cada servicio.
- Se procede a la suma ponderada de estos términos en función de la zona climática y el tipo de vivienda de la que se trate.

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento energético del edificio y proporcionan información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer recomendaciones que mejoren dicho comportamiento.

Estos indicadores, en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio, se obtendrán de la energía consumida por el edificio para satisfacer, en unas condiciones climáticas determinadas, las necesidades asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otros aspectos, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y en su caso la iluminación, a fin de mantener las condiciones de confort térmico y lumínico y calidad de aire interior.

El indicador energético principal o global será el correspondiente a las emisiones anuales de CO₂, expresadas en kg por m² de superficie útil del edificio. Los indicadores complementarios serán por orden de prioridad los siguientes:

1. Energía primaria no renovable anual, en kWh por m² de superficie del edificio.
2. Energía primaria total anual, en kWh por m² de superficie útil del edificio.
3. Porcentaje de energía primaria anual procedente de fuentes de energías renovables respecto a la energía primaria total anual.
4. Energía primaria anual procedente de fuentes renovables, en kWh por m² de superficie útil del edificio.

5. Energía primaria total anual desagregada por usos de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, en kWh por m² de superficie útil del edificio.
6. Demanda energética anual de calefacción, en kWh por m² de superficie útil del edificio.
7. Demanda energética anual de refrigeración, en kWh por m² de superficie útil del edificio.
8. Emisiones anuales de CO₂, expresadas en kg por m² de superficie útil del edificio, desagregada por usos de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación.

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índice de calificación de eficiencia energética
A	$C < 0.40$
B	$0.40 \leq C < 0,65$
C	$0,65 \leq C < 1.00$
D	$1.00 \leq C < 1,3$
E	$1,3 \leq C < 1,6$
F	$1,6 \leq C < 2$
G	$2 \leq C$

El índice de calificación de eficiencia energética C es el cociente entre las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio a certificar y las emisiones de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio de referencia, según corresponda.

Los software utilizados para la calificación energética de edificios se basan en un motor de calculo que modeliza un edificio de referencia con las mismas características que el estudiado y que cumple con los requisitos mínimos de demanda energética de la sección HE1. La disminución de emisiones de CO₂ del edificio objeto frente al de referencia proporcionará el índice de eficiencia energética del edificio. Esta reducción de emisiones es una valoración indirecta del ahorro energético conseguido.

13. CERTIFICACION DE EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICIOS

Las exigencias relativas a la certificación de eficiencia energética en edificios establecidas por la Directiva 2002/91/CE se incorporaron al ordenamiento jurídico español a través del R.D 47/2007 mediante el cual se aprobó un procedimiento simplificado de certificación de eficiencia energética en edificios de nueva construcción.

Este procedimiento simplificado consiste en acreditar mediante cálculos y cumplimentación de las fichas de un procedimiento homologado como documento reconocido por la Administración

Con posteridad, Directiva 2002/91/CE ha sido modificada mediante la Directiva 2010/31/CE, de eficiencia energética en edificios, circunstancia que ha obligado a transponer de nuevo al ordenamiento jurídico español las modificaciones que introduce con respecto a la nueva Directiva modificada.

Esta transposición se ha realizado mediante una nueva disposición que modifica el R.D 47/2007 y que a la vez completa la transposición contemplando los edificios existentes.

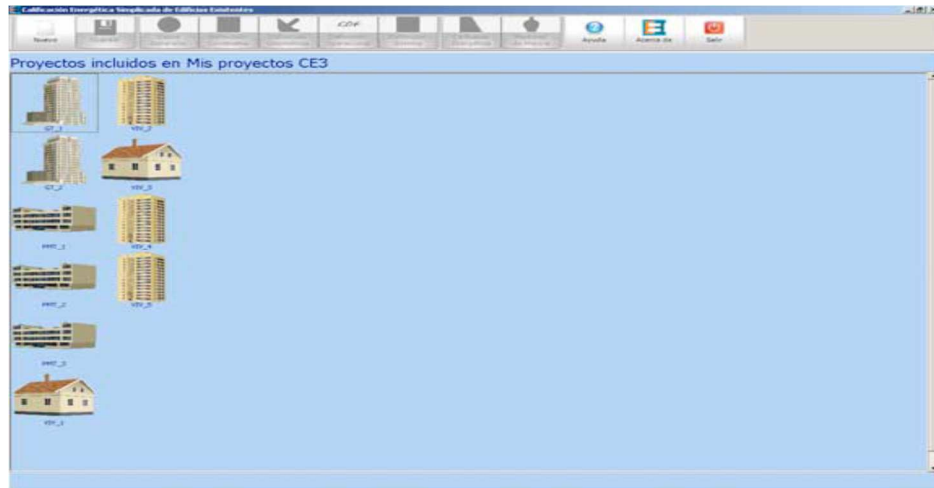
Este Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento simplificado de edificios existentes, entro en vigor el día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial del Estado nº89 (13/4/2013).Siendo voluntaria su aplicación hasta 1 de junio del 2013.A partir de ese momento, la presentación o puesta a disposición de los compradores o arrendatarios del certificado de eficiencia energética será exigibles para los contratos de compraventa o arrendamiento a partir de dicha fecha.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y el Ministerio de Fomento han promovido el programa informático CE3 como procedimiento Simplificado para la Certificación Energética de Edificios Existentes.

14. CERTIFICACION ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES (CE3)

El procedimiento simplificado para la certificación energética de edificios existentes ha sido desarrollado en el marco del concurso público convocado por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), para la “Contratación de procedimientos para la Certificación Energética de Edificios Existentes” (Código del proyecto E4-11261). En este marco, la empresa APPLUS NORCONTROL, S.L.U. adjudicataria del mismo, desarrolla el procedimiento simplificado CE3 para la certificación energética de edificios existentes de vivienda, pequeño y mediano terciario así como gran terciario, conforme a las disposiciones del proyecto de Real Decreto de certificación energética de edificios existentes.

A continuación se hará una breve descripción sobre los campos incluidos en la pantalla inicial.



- Pantalla inicial: A través de la pantalla inicial se podrá acceder a los proyectos de edificios a calificar que se tengan guardados, de forma gráfica.
- Nuevo: Permite la apertura de un nuevo proyecto o un nuevo caso.
- Guardar: Almacena la información del proyecto que se está desarrollando en el directorio que se especifique. Se podrá guardar como un proyecto o un caso.
 - Datos generales: Acceso a la pantalla de datos generales en la que se puede seleccionar el tipo de edificio a calificar, introducir características básicas sobre él e incorporar información de contexto para poder identificarlo (nombre del proyecto, dirección en la que se ubica, datos del técnico calificador que está creando el proyecto).
- Definición constructiva: Permite acceder a la secuencia de pantallas en las que podrá introducir datos específicos sobre los datos constructivos del edificio o ver los datos que el programa ofrece de forma orientativa y carga por defecto a estas variables en caso de que no se aporte información específica.
- Definición geométrica: Permite acceder a la secuencia de pantallas en las que podrá definir las características geométricas del edificio o seleccionar la tipología, de las ocho predefinidas, a la que nuestro edificio objeto de estudio se ajuste mejor.
- Definición operacional: Solo se activa cuando se trata de un edificio Gran Terciario, permite la definición detallada de las condiciones de operación de tal edificio.
- Definición de sistema: Permite acceder a la secuencia de pantallas en las que deberá introducir información sobre el tipo de sistemas de iluminación, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria que existen en el edificio objeto de estudio.
- Calificación energética: Las pantallas incluidas en este apartado indicarán, una vez se haya introducido información en las pantallas anteriores o utilizado los valores orientativos cargados por defecto que propone el programa, el índice de eficiencia energética calculado así como la calificación obtenida.

- Medidas de mejora: Permite acceder al módulo de medidas de ahorro precuantificadas en el que se podrá ver el efecto que sobre la demanda, el consumo energético y la calificación del edificio tiene la aplicación de una o varias medidas de eficiencia.
- Ayuda Proporciona ayuda básica sobre la utilización del programa.
- Acerca Proporciona información sobre la versión del programa y el equipo que lo ha desarrollado.
- Salir: Permite abandonar el programa CE3.

En principio se calificará el edificio antes de las mejoras planteadas con anterioridad para observar la repercusión de tales mejoras en la calificación obtenida

Accederemos a introducir los datos obtenidos en nuestros cálculos en los campos antes mencionados.

1. Datos generales.

<i>Tipo de edificio</i>	Gran terciario
<i>Año de construcción</i>	Posterior al 2006
<i>Definición geométrica</i>	Con ayuda de planos
<i>Otros datos generales</i>	Localidad Madrid D3(Altitud 667m)
<i>Orientación</i>	Sur

2 .Definición Constructiva

Se procede a introducir los datos de manera detallada, indicando los componentes y espesores que conforman los siguientes cerramientos:

Fachada

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,240	1,030	2140
2	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,040	0,029	30
3	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,060	0,432	930
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150

Cubierta

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,070	2,000	1450
2	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100
3	Cloruro de polivinilo [PVC]	0,002	0,170	1390
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0,015	0,550	1125
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0,040	0,034	38
6	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,140	2,300	2400

Partición interior vertical

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,026	0,250	825
2	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm			
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,020	0,031	40
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,026	0,250	825

Suelo

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Frondosa de peso medio 565 < d < 750	0,020	0,180	660
2	Polietileno alta densidad [HDPE]	0,001	0,500	980
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0,020	0,034	38
4	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,300	2,300	2400
5	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,150	2,000	1450

Huecos

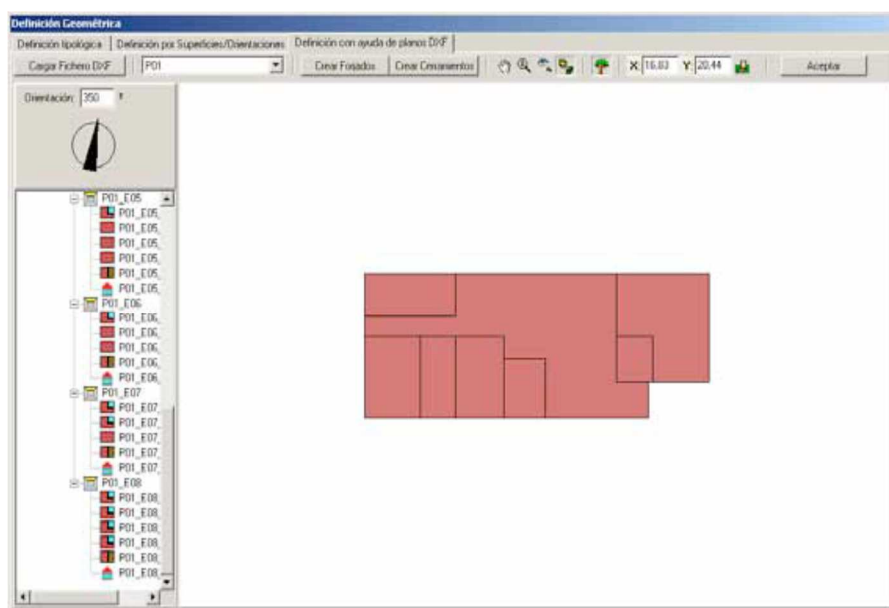
Vidrio monolítico	$U_H=5,7\text{W/m}^2\text{K}$
Marco metálico	$U_M=5,7\text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar	$F_{sh}=0,645$
Permeabilidad del aire	$50\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$

3 .Definición geométrica

La definición geométrica del edificio se realiza importando a la aplicación el plano de la planta en formato dxf.

Por cada planta definida se introducirá el valor correspondiente a la altura de la planta, 3,72 m y la cota a la que se encuentran. Se debe identificar cada tipo de línea del .dxf con el cerramiento correspondiente.

Una vez generada la planta baja con sus espacios se pulsará el comando, Crear forjados y posteriormente Crear cerramientos



4. Condiciones operacionales y funcionales

Los espacios habitables presentan dos tipos distintos de condiciones operacionales que deben ser definidas

- Condición operacional "GT2"

- Condición operacional “GT2_No Acondicionado”.

NOMBRE ZONA	CONDICIÓN OPERACIONAL
Sala reuniones (P01_E03)	GT2
Sala (P01_E04)	GT2
Sala de visitas (P01_E05)	GT2
Vestíbulo (P01_E08)	GT2
Área técnica (P01_E02)	GT2
Resto espacios (P01_E01,P01_E06,P01_E07)	GT2_No Acondicionado

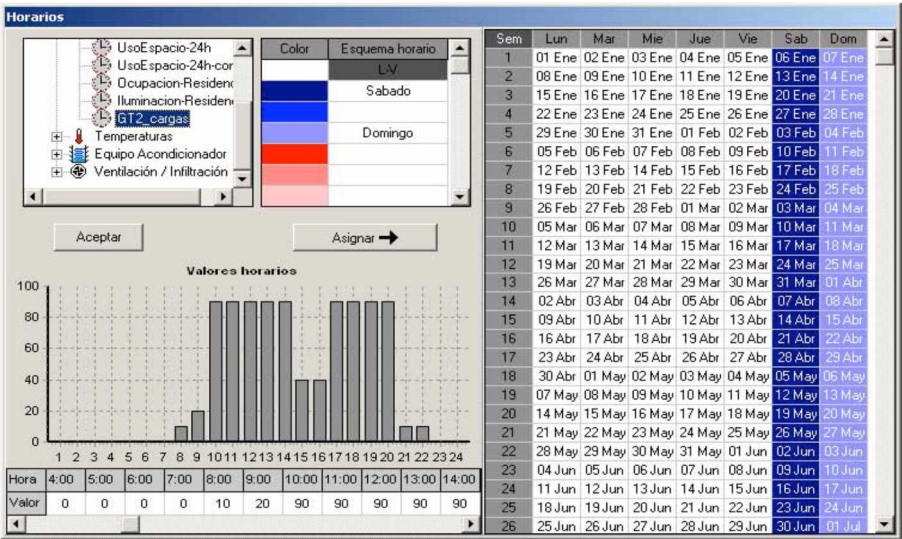
Las condiciones operacionales en el edificio son las siguientes:

DESCRIPCIÓN	GT2	GT2_No Acondicionado
Cargas internas		
Ocupación	Descripción = Ocupación de sala	Descripción = Ocupación de sala
	Horario = GT2_cargas	Horario = GT2_cargas
	Área/personas =12	Área/personas =12
Iluminación	Tipo iluminación = fluorescente suspendida	Tipo iluminación = fluorescente suspendida
	Horario = GT2_cargas	Horario = GT2_cargas
	W/Área =12	W/Área =12
Equipos	Descripción = Definida por usuario (Descripción001). -Fracción latente: 10% -Fracción convectiva:30% -Fracción radiante:60%	Descripción = Definida por usuario (Descripción001). -Fracción latente: 10% -Fracción convectiva:30% -Fracción radiante:60%
	W/Área =20	W/Área =20
	Horario = GT2_cargas	Horario = GT2_cargas
Ventilación/Infiltración		
Descripción	GT2	GT2_No Acondicionado
Renovaciones/hora o caudal	1 ren/hora	1 ren/hora
Horario ventilación	GT2_vent	GT2_vent
Equipo de acondicionamiento		
Descripción	GT2	GT2_No Acondicionado
Tipo de espacio	Acondicionado	No acondicionado
Tª consigna máxima	Horario refrigeración-t	-
Tª consigna mínima	Horario calefacción-t	-
Funcionamiento del equipo	GT2_Fun_eq	-

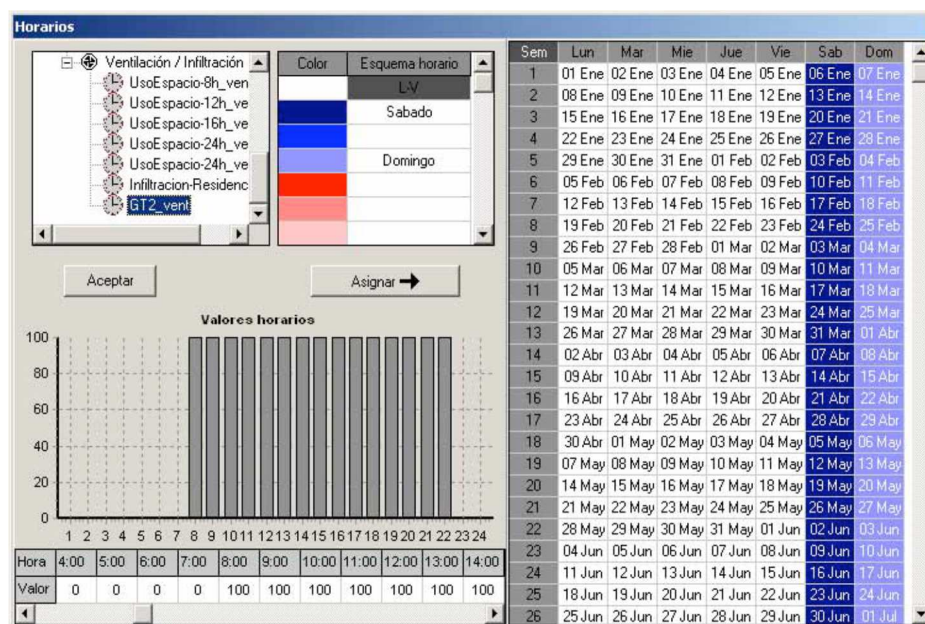
Para las dos condiciones operacionales, debemos definir todos los valores y los horarios correspondientes al edificio.

Los horarios GT2_cargas, GT2_vent y GT2_Fun_eq, vienen definidos en base horaria de la siguiente manera para una semana tipo, que se repite la semana tipo a lo largo de todo el año excepto en agosto (semanas 32 - 35) que su valor es nulo en todas las horas:

Horario GT2_cargas:

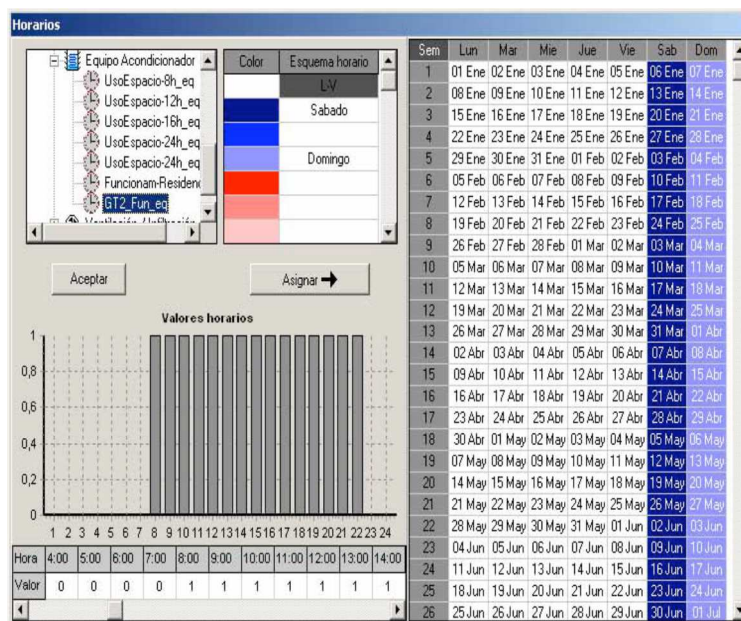


Horario GT2_ventilacion:



De igual forma se definirá el horario de funcionamiento de los equipos acondicionadores

Horario GT2_funcionamiento equipos:



5. Definición de los Sistemas de Acondicionamiento

Instalación de climatización

El sistema de climatización está formado por una unidad de tratamiento de aire que impulsa éste a las estancias por medio de difusores siendo el equipo generador una bomba

de calor de 2T condensada por aire situada en la cubierta. Las características técnicas de la bomba de calor son las siguientes:

- Potencia nominal de refrigeración: 13,50 kW
- Potencia nominal de calefacción: 12,90kW
- EER: 3,67
- COP: 3,03
- Temperatura de impulsión: 7 °C
- Comienzo del funcionamiento en modo refrigeración: 1 de mayo
- Comienzo del funcionamiento en modo calefacción: 1 de noviembre
- Se deprecian las pérdidas en tuberías

Sistema primario/condensación

Se definen las características del grupo generador, bomba de calor, y de la bomba circuladora.

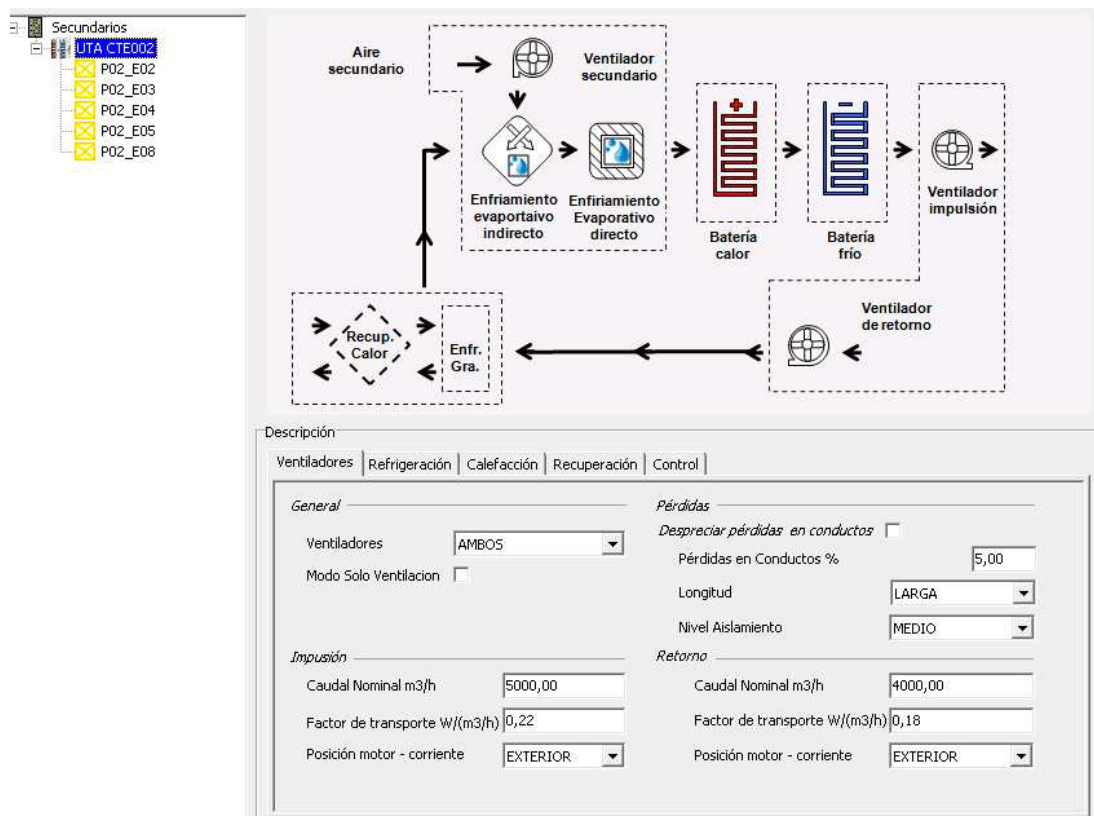
Como la bomba de calor está condensada por aire, no es necesario definir el sistema de condensación.

Sistema secundario

Se detallan las características de la UTA y la asociación a los espacios a los que distribuye el aire acondicionado.

ventilador	Q_n impulsión (m3/h)	Q_n retorno (m3/h)
ambos	4500	4000

Refrigeración	Potencia(kw)	Q_n agua(m3/h)
Batería frio	12,20	2060



Definición de la asociación entre primarios y secundarios

En nuestro caso solo tenemos un primario asociado al único secundario.

6. Definición del sistema de iluminación

Inicialmente el alumbrado interior no tiene las consideraciones de garantizar las exigencias visuales necesarias ni las referentes a eficiencia energética que hemos planteado, sino que contaba con un nivel de iluminancia medio de 300 lux para todos los espacios y correspondiéndole un VEEI de 4 a cada uno de ellos

SITUACION DE PARTIDA					
espacios	S(m2)	fluorescente	Pinstalada(w)	Em(lux)	VEEI
E1	17,5	2	210	300	4
E2	37,58	4	450,96	300	4
E3	7,5	1	90	300	4
E4	11,02	2	132,24	300	4
E5	17,49	2	209,88	300	4
E6	12,99	2	155,88	300	4
E7	20,14	2	241,68	300	4
E8	88,9	5	1066,8	300	4
total	213,12		2557,44		

7. Calificación.

A continuación se mostrará el resumen de resultados y el anexo II del informe oficial del certificado de eficiencia energética, obtenido a través del CE3, en el cual se refleja la calificación energética global y parcial, referente a la demanda energética y al consumo de energía primaria.

El certificado completo de eficiencia energética obtenido a través de dicha aplicación se encuentra en los anexos Volumen D: Resultados

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	60.79	28.33	0.00	7.05
Consumo de energía final (kWh/m ²)	72.23	48.19	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	188.03	125.43	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	46.88	31.27	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.57	1.16	1.00	0.25
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =0.86	IEE _{SC} =2.20	IEE _C =1.89	0.47	0.89
Refrigeración	IEE _{DR} =0.84	IEE _{SR} =3.83	IEE _R =3.22	0.18	0.58
A.C.S.	IEE _{DACS} =0.00	IEE _{SACS} =0.00	IEE _{ACS} =0.00	0.04	0.00
Iluminación	IEE _I =1.00	IEE _I =1.14	IEE _I =1.14	0.30	0.34
IEE Global					1.81

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA					
Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA			
IEE _G	1.81	F		A	IEE _G < 0.40
				B	0.40 < IEE _G < 0.65
				C	0.65 < IEE _G < 1.00
				D	1.00 < IEE _G < 1.30
				E	1.30 < IEE _G < 1.60
				F	1.60 < IEE _G < 2.00
				G	2.00 < IEE _G

A continuación, se expondrán los resultados obtenidos en el Anexo II del certificado de eficiencia energética relativos a la calificación energética obtenida del edificio. El certificado en su totalidad se incluirá en Anexos Volumen D: Resultados.

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

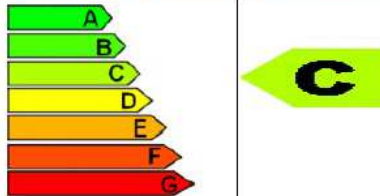
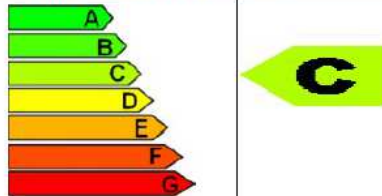
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div> <div>F</div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,89	F	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		46,88		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		3,22	G	1,14	D
		Emisiones globales [kgCO2/m²•año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]	
96,44	31,27	18,29			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

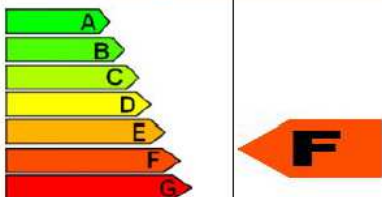
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
60,79		28,33	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,67	F	0,00	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		188,03		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		3,17	G	1,14	D
Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]		Energía primaria iluminación [kWh/m²•año]	
387,03		125,43		73,57	

15. MEDIDAS DE MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA

El certificado de eficiencia energética de un edificio existente lleva implícitas medidas de mejora, tal como se cita en el borrador de Real Decreto versión: 28/11/2008.

Textualmente, el artículo 5 dice que el certificado de eficiencia energética deberá contener un *“Documento conteniendo un listado con un número suficiente de medidas, recomendadas por el técnico calificador, clasificadas en función de su viabilidad técnica, funcional y económica, así como por su repercusión energética, que permitan, en el caso de que el propietario del edificio decida acometer voluntariamente esas medidas, que la calificación energética obtenida mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética, si la calificación de partida fuera la B, o dos niveles, si la calificación de partida fuera C, D, E, F o G.”*

De acuerdo con lo anterior, el desarrollo del procedimiento CE3 se ha orientado a facilitar lo que se considera el objetivo fundamental de la calificación de eficiencia energética de los edificios existentes, que consiste en promover la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética.

A continuación se listarán las medidas de mejoras:

- Medidas pasivas de mejora de la envuelta: todas ellas contribuyen a una reducción de la demanda de calefacción ideal y/o de la demanda de refrigeración ideal.

- Medidas activas de mejoras para los sistemas de climatización, a su vez se pueden dividir en:

Medidas de mejora que aumentan el rendimiento: sustitución de calderas, equipos autónomos y plantas enfriadoras, fraccionamiento de potencia e incorporación de evaporación a condensadores de aire.

Medidas de mejora que disminuyen la relación de demandas: disminución de pérdidas en distribución y acumulación, enfriamiento gratuito y recuperación de energía del aire de extracción.

Medidas de mejora de sistemas de transporte: contribuyen a una reducción del factor de transporte.

Medidas de mejora mediante la contribución de energías renovables como empleo de la producción térmica solar.

- Medidas de ahorro energético en los sistemas de iluminación: contribuyen a una mejora del consumo de iluminación mediante una reducción de la potencia instalada manteniendo o mejorando el nivel de iluminancia.

1. Medidas de ahorro energético en los sistemas de iluminación:

Se rediseñó el sistema de iluminación de manera que garantizase las exigencias visuales necesarias dependiendo de la actividad a desarrollar y que cumpliesen con los criterios de eficiencia energética establecidos en la normativa vigente en esta materia. Con ello, se redujo la potencia instalada y se mejoró el nivel de iluminancia, como anteriormente se vio.

Los resultados obtenidos tras la calificación del edificio considerando esta medida de mejora fueron los siguientes:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	60.79	28.33	0.00	4.83
Consumo de energía final (kWh/m ²)	72.23	48.19	0.00	19.83
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	188.03	125.43	0.00	51.77
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	46.88	31.27	0.00	12.87
Rendimiento Medio	1.57	1.16	1.00	0.24
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =0.83	IEE _{SC} =1.77	IEE _C =1.47	0.51	0.75
Refrigeración	IEE _{DR} =0.87	IEE _{SR} =2.46	IEE _R =2.14	0.20	0.43
A.C.S.	IEE _{DACS} =0.00	IEE _{SACS} =0.00	IEE _{ACS} =0.00	0.04	0.00
Iluminación	IEE _I =1.00	IEE _I =1.01	IEE _I =1.01	0.26	0.26
IEE Global					1.44

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA
IEE _G	1.44	E

A	IEE _G < 0.40
B	0.40 < IEE _G < 0.65
C	0.65 < IEE _G < 1.00
D	1.00 < IEE _G < 1.30
E	1.30 < IEE _G < 1.60
F	1.60 < IEE _G < 2.00
G	2.00 < IEE _G

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

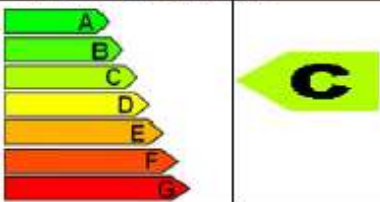
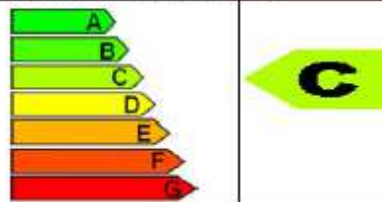
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,47	E	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		36,60		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,14	G	1,01	F
		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m²•año]	
Emisiones globales [kgCO2/m²•año]		20,61		12,87	
70,08					

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

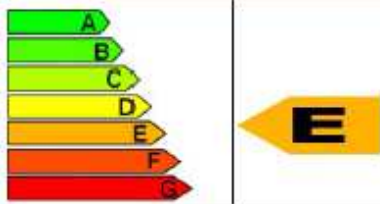
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
59,49		29,40	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,30	D	0,00	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		146,78		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		2,10	G	1,01	F
Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]		Energía primaria iluminación [kWh/m²•año]			
82,66		51,77			
281,21					

2. Medidas pasivas de mejora de la envuelta

Se implantaron aquellas medidas de mejoras anteriormente vistas, medidas pasivas de mejora de la envuelta que reducen la demanda de calefacción y/o refrigeración tras aumentar la resistencia térmica de los cerramientos.

Los resultados obtenidos tras la aplicación de dichas medidas fueron:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	31.21	39.30	0.00	9.88
Consumo de energía final (kWh/m ²)	49.16	39.98	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	127.95	104.06	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	31.90	25.94	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.25	1.66	1.00	0.35
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =0.47	IEE _{SC} =2.74	IEE _C =1.29	0.39	0.50
Refrigeración	IEE _{DR} =1.08	IEE _{SR} =2.47	IEE _R =2.67	0.15	0.40
A.C.S.	IEE _{DACS} =0.00	IEE _{SACS} =0.00	IEE _{ACS} =0.00	0.03	0.00
Iluminación	IEE _I =1.00	IEE _I =0.68	IEE _I =0.68	0.43	0.29
IEE Global					1.20

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA	
IEE _G	1.20	D	

A	IEE _G < 0.40
B	0.40 < IEE _G < 0.65
C	0.65 < IEE _G < 1.00
D	1.00 < IEE _G < 1.30
E	1.30 < IEE _G < 1.60
F	1.60 < IEE _G < 2.00
G	2.00 < IEE _G

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

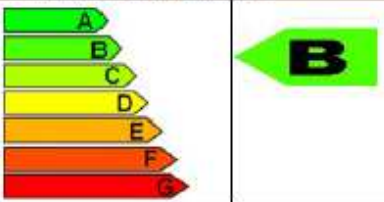
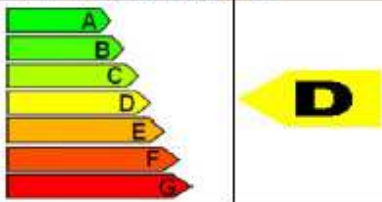
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
		CALEFACCIÓN		ACS			
		1,29	D	0,00	A		
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]			
		31,90		0,00			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		2,67	G	0,68	G		
		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m²•año]			
Emisiones globales [kgCO2/m²•año]		76,13		25,94		18,29	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

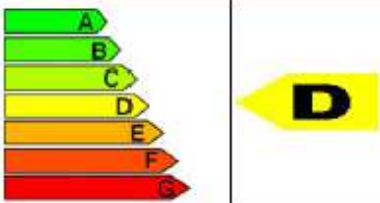

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
31.21		39.30	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,14 D		0,00 A	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		127,95		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,63 G		0,68 G	
Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]		Energía primaria iluminación [kWh/m²•año]	
305,58		104,06		73,57	

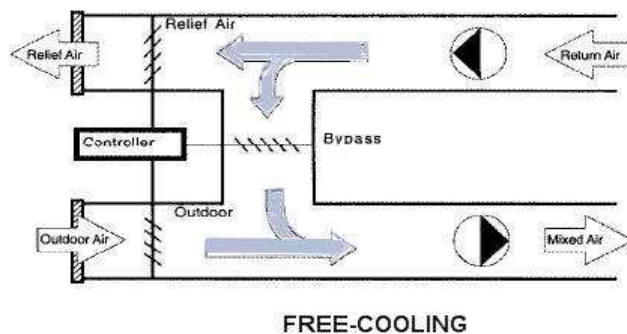
3. Medidas activas de mejora del sistema de climatización

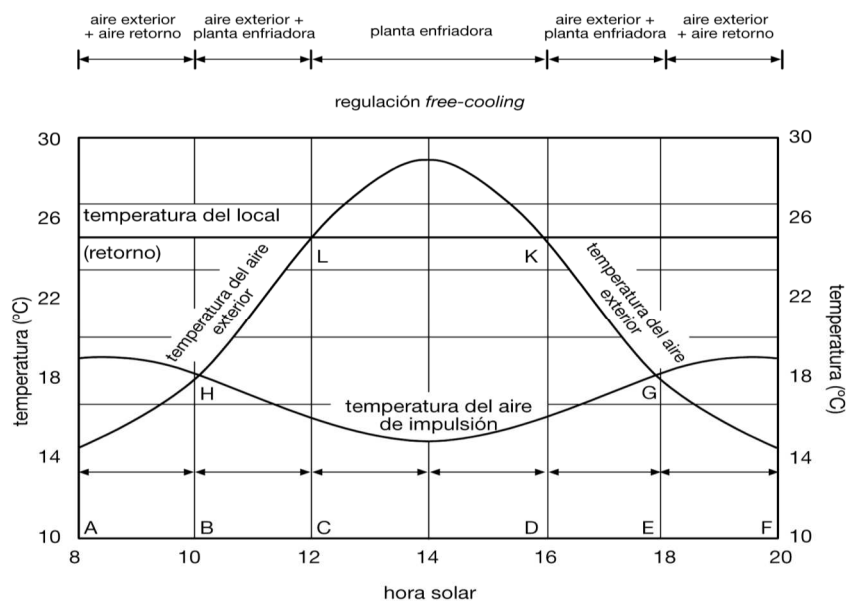
Las medidas activas son aquellas que inciden sobre los sistemas de producción de frío o calor de los edificios existentes. Como vimos, estas medidas de mejora se pueden dividir en dos bloques: aquellas que contribuyen a disminuir el consumo como consecuencia de un aumento del rendimiento medio estacional de los sistemas; y aquellas que disminuyen el consumo como consecuencia de una reducción de la relación de demandas.

Como medidas se optó por aquellas que reducen la demanda de refrigeración para así poder obtener una mejor calificación en lo que a ésta se refiere.

La estrategia más usada en sistemas de climatización de cierta envergadura para reducir el consumo de los equipos enfriadores consiste en el aprovechamiento del aire exterior cuando las temperaturas del mismo son inferiores a las que se necesitan en el local climatizado.

Dependiendo de la hora del día y la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior, esta regulación puede realizarse de forma íntegra con el aire exterior o bien mezclando parte de este con el aire climatizado extraído del local.



Figura 9 : Principio de regulación de un sistema *free-cooling*

En el anterior diagrama se observa la evolución de:

- Temperatura del aire exterior a lo largo de un día típico de ciclo de verano (dependerá de la zona climática y geográfica donde se encuentre el equipo)
- Temperatura necesaria del caudal de impulsión para satisfacer la demanda térmica de la instalación
- Temperatura objetivo que se quiere alcanzar en el interior de la instalación, que se corresponderá con la temperatura del conducto de extracción o retorno.

El objetivo es mantener constante la temperatura del local y para ello se demandarán distintas cargas térmicas a lo largo del día, en función de la ocupación del mismo y de la temperatura del ambiente exterior.

La regulación de las compuertas para hacer las pertinentes mezclas entre aire de retorno y aire del ambiente exterior se realiza con la ayuda de sensores de temperatura ubicados en:

- Fachada del edificio: para detectar la temperatura del aire exterior. Se debe tener la precaución de no situarlo en una zona expuesta a la insolación permanente para evitar una lectura superior a la de la temperatura real media, puesto que esto provocaría un mal funcionamiento del sistema de regulación.
- Conducto del caudal de impulsión del aire.
- Conducto del caudal de expulsión o retorno del aire: para determinar la temperatura real del interior de la instalación.

En el tramo AB se puede observar que la temperatura del aire exterior es inferior a la que se necesita en el conducto de impulsión. Si se cierra la rejilla del *bypass* totalmente, solo es necesario introducir el aire del exterior sin que la enfriadora funcione y solo trabajará el ventilador de impulsión que consume una energía mínima.

En el tramo BC, la temperatura del aire exterior es superior a la que se demanda en el conducto de impulsión, pero sigue siendo inferior a la temperatura de referencia del local. En esta fase se sigue aprovechando el aire exterior, pero se necesita regular la enfriadora para que trabaje a carga parcial.

En el tramo CD, al ser la temperatura del aire exterior superior a la de referencia del interior del local, las rejillas del *by-pass* se abren mediante un servomotor que regula el porcentaje de mezcla entre el aire de retorno y el de impulsión procediéndose a la recuperación de parte de la energía de extracción y la enfriadora trabaja a pleno rendimiento.

El tramo D-E es similar al B-C y, el tramo E-F, al A-B.

Aplicando tal medida se obtuvo los siguientes resultados y posterior calificación.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	31.21	39.30	0.00	9.88
Consumo de energía final (kWh/m ²)	48.93	37.88	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	127.38	98.60	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	31.76	24.58	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.22	1.36	1.00	0.35
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =0.46	IEE _{SC} =2.74	IEE _C =1.26	0.47	0.59
Refrigeración	IEE _{DR} =0.82	IEE _{SR} =3.11	IEE _R =2.55	0.18	0.46
A.C.S.	IEE _{DACS} =0.00	IEE _{SACS} =0.00	IEE _{ACS} =0.00	0.04	0.00
Iluminación	IEE _I =1.00	IEE _I =0.76	IEE _I =0.76	0.32	0.24
IEE Global					1.29

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA					
Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA			
IEE _G	1.17	D	A	IEE _G < 0.40	
			B	0.40 < IEE _G < 0.65	
			C	0.65 < IEE _G < 1.00	
			D	1.00 < IEE _G < 1.30	
			E	1.30 < IEE _G < 1.60	
			F	1.60 < IEE _G < 2.00	
			G	2.00 < IEE _G	

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

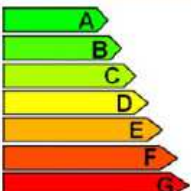

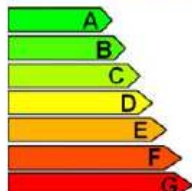

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,28	D	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		31,76		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,53	G	0,68	G
		Emisiones globales [kgCO2/m²•año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]	
74,63		24,58		18,29	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

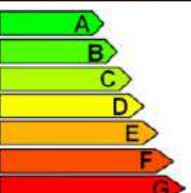

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
31,21		39,30	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,13	D	0,00	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		127,38		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,49	G	0,68	G
		Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]	Energía primaria iluminación [kWh/m²•año]
299,55		98,60	73,57		

16. EVALUACION ECONOMICA DE LAS MEDIDAS DE MEJORAS CONSIDERADAS

En primer lugar se va a calcular el consumo de energía final del edificio sin rehabilitar de forma que podamos ver el ahorro económico que nos supone cada una de las medidas a implantar.

A continuación se detallan los resultados obtenidos del edificio en el caso de partida, es decir aquel en el que se obtuvo una calificación F.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	60.79	28.33	0.00	7.05
Consumo de energía final (kWh/m ²)	72.23	48.19	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	188.03	125.43	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	46.88	31.27	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.57	1.16	1.00	0.25
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

Siendo el consumo de energía final el siguiente:

CONSUMO ENERGIA FINAL (kwh/m2año)		
calefaccion	72,23	Kwh/m2año
refrigeración	48,19	Kwh/m2año
iluminación	28,19	Kwh/m2año
total	148,61	Kwh/m2año
kwh	31671,7632	kwh/año
precio electricidad ultimo recurso	0,13	euros/kwh
COSTES ELECTRICOS ANUALES	4117,32922	euros/año

Se procede a ver el ahorro económico como consecuencia de aislar perimetralmente los suelos. Para ello, de igual forma que antes, se procede a calcular el consumo de energía final como consecuencia de tal acción.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	59.05	29.71	0.00	7.05
Consumo de energía final (kWh/m ²)	56.60	31.75	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	147.33	82.66	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	36.73	20.61	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.82	1.67	1.00	0.25
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

CONSUMO ENERGIA FINAL (kwh/m2año)		
calefaccion	56,6	Kwh/m2año
refrigeración	31,75	Kwh/m2año
iluminación	28,19	Kwh/m2año
total	116,54	Kwh/m2año
kwh	24823,02	kwh/año
costes electricos anuales	3226,99	euros/año
AHORRO ELECTRICO ANUAL	890,34	euros/año

Se contactó con la empresa URSA IBERICA ASILANTE y nos hizo un presupuesto para la rehabilitación de los suelos de nuestro edificio. A continuación se detalla la descomposición de tal presupuesto

IAK020	m²	Aislamiento vertical de soleras en contacto con el terreno, con poliestireno extruido.			21,69€
Aislamiento térmico vertical de soleras en contacto con el terreno formado por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES" , de 50 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado en el perímetro de la solera, cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio).					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt16pxp010ad	m²	Panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 50 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación XPS-EN 13164-E-T1-CS(10/Y)300-DS(TH)-TR100-DLT(2)S-CC(2/1,5/50)125-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2.	1,100	12,30	13,53
mt17poa010b	m²	Film de polietileno de 0,20 mm de espesor.	1,100	0,16	0,18
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,400	0,30	0,12
mo050	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,201	17,82	3,58
mo093	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,201	16,13	3,24
	%	Medios auxiliares	2,000	20,65	0,41
	%	Costes indirectos	3,000	21,06	0,63
				Total:	21,69
Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada			Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 13164:2009 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación.			1.9.2009	1.9.2010	1/3/4

- (1) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia
- (2) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE
- (3) Sistema de evaluación de la conformidad

Pliego de condiciones

UNIDAD DE OBRA NAK020: AISLAMIENTO VERTICAL DE SOLERAS EN CONTACTO CON EL TERRENO, CON POLIESTIRENO EXTRUIDO.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de aislamiento térmico vertical de soleras en contacto con el terreno, constituido por **panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS IIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor, resistencia a compresión ≥ 300 kPa, resistencia térmica $1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,034 \text{ W/(mK)}$ y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.**

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: **CTE. DB HE Ahorro de energía.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que la superficie soporte presenta una estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica y planeidad adecuadas, que garanticen la idoneidad del procedimiento de colocación seleccionado.

PROCESO DE EJECUCIÓN**FASES DE EJECUCIÓN.**

Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El aislamiento de la totalidad de la superficie será homogéneo.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

El aislamiento se protegerá, después de su colocación, de los impactos, presiones u otras acciones que lo pudieran alterar, hasta que se realice la solera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Residuos generados

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,135	0,225
17 02 03	Plástico.	0,057	0,095
	Total residuos:	0,192	0,320

COSTES DE LA REHABILITACION

xps en suelos	21,26	euros/m2
coste rehabilitación suelos	4530,9312	euros
PAY BACK	5,09	años

Lo siguiente es ver la repercusión que conlleva en cuanto a consumos se refiere la rehabilitación de la cubierta del edificio

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	57.78	29.07	0.00	9.88
Consumo de energía final (kWh/m ²)	55.72	30.09	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	145.04	78.33	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	36.16	19.53	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.78	1.45	1.00	0.35
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

CONSUMO ENERGIA FINAL (kwh/m2año)

calefaccion	55,72	Kwh/m2año
refrigeración	30,09	Kwh/m2año
iluminación	28,19	Kwh/m2año
total	114	Kwh/m2año
kwh	24282	kwh/año
costes electricos anuales	3156,66	euros/año
AHORRO ELECTRICO ANUAL	960,67	euros/año

Se contactó con la empresa INDUPIME S.L y nos proporcionó el siguiente presupuesto para nuestra reforma de la cubierta:



PINTURA INDUSTRIAL Y NAVAL
CHORRO DE ARENA SECO Y HÚMEDO
METALIZADOS Y APLICACIONES ESPECIALES
RESTAURACIÓN DE FACHADAS

C.I.F. B-48/229306



Oficina y Almacén: Pol. Ind. Sangroniz. Ibarre Kalea, 3 - pab. 5
Teléfono 94 453 81 34 - Fax 94 453 86 48 - 48150 SONDIKA (BIZKAIA)
E-mail: indupime@indupime.com - http://www.indupime.com



COMUNIDAD DE PROPIETARIOS

xxxxxxxx

48000 - BILBAO

Atn.: Srta. Inés Nieto

su referencia

su escrito

n/escrito

n/referencia

SONDIKA (BIZKAIA)

JLL/mg

19 de mayo de 2014

PRESUPUESTO Nº 9.776/14

E.P.	CONCEPTO	EUROS
	<u>OBJETO DE LA OFERTA</u>	
	TRABAJOS DE REHABILITACION DE CUBIERTA PARA PROYECTO FIN DE CARRERA.	
	CAPÍTULO 00 MEDIOS AUXILIARES	
00.1	Ud. Montacargas Montaje, desmontaje y parte de estructura auxiliar de andamio tubular y montacargas tipo Hammerlin o similar de 200Kg, incluso suministro y colocación de malla antipolvo y entablado a nivel de la calle, incluso p.p. de arriostramientos a fachada frontal y fijaciones en todas las plantas, incluso montaje, desmontaje y alquiler de tobera de desescombros. Quedarán incluidos todos los elementos de seguridad colectiva para los trabajadores, instalado conforme a la normativa de Seguridad y Salud y las condiciones de la subárea de Licencias del Ayuntamiento.	
	1,00 Ud. x 2.520,00 €.....	2.520,00
00.2	PA Certificado de Andamiaje Gastos de realización de certificado de andamiaje realizado por Arquitecto Técnico, visado de dicho certificado por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Bizkaia, y coste de supervisión de obra en fase de replanteo, montaje y desmontaje de los andamios previstos.	
	1,00 PA x 690,00 €.....	690,00
	TOTAL CAPÍTULO 00 MEDIOS AUXILIARES.....	3.210,00 €

Hoja 2 del PRESUPUESTO para CDAD. - xxxxxxxx- BILBAO

Pos. N°	CONCEPTO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 CUBIERTA	
01.1	m2 Levante gravilla Levante y acopio en zona contigua de la gravilla que sujeta por gravedad las planchas de aislamiento. Incluso demolición de la lámina geotextil. 213,00 m2 x 5,20 €.....	1.107,60
01.2	m2 Desmontaje de aislamiento Desmontaje de las planchas de aislamiento. Carga, descarga y transporte de escombros a vertedero autorizado. 213,00 m2 x 4,20 €.....	894,60
01.3	m2 Bufas Saneamiento de superficie actualmente impermeabilizada mediante el quemado de bufas, eliminación de burbujas y láminas sueltas, etc. 213,00 m2 x 1,50 €.....	319,50
01.5	m2 Aislamiento Suministro y colocación de aislamiento térmico mediante panel rígido de poliisocianurato, Aisladeck BV fijado mecánicamente a razón de cuatro fijaciones por placa, recubierto con velo de vidrio en la cara inferior y acabado asfáltico en la superior. 213,00 m2 x 33,72 €.....	7.182,36
01.6	m2 Impermeabilización Impermeabilización de cubierta mediante: Limpieza del soporte. Suministro y aplicación de emulsión asfáltica con un consumo medio de 0,3 kg/m2. Suministro y colocación de lámina de betún elastómero de 4 kg/m2 totalmente adherida al soporte. Suministro y colocación de lámina de betún elastómero de 5 kg/m2 autoprottegida con gránulos de pizarra totalmente adherida a la anterior, incluso limpieza del soporte, solapes y entregas. 213,00 m2 x 36,06 €.....	7.680,78
01.7	m2 Recolocación grava Vertido a su posición original de la gravilla acopiada. 213,00 m2 x 5,20 €.....	1.107,60
	TOTAL CAPÍTULO 01 CUBIERTA.....	18.292,44 €
Presupuesto n°: 9.776/14		L-01

Pos. N°	CONCEPTO	IMPORTE
	<p><u>PRECIO</u></p> <p>Nuestro precio para la realización de los trabajos detallados anteriormente, asciende a:</p> <p><i>IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO.....</i></p>	<p><i>21.502,44 €</i></p>

COSTES DE LA REHABILITACION

coste en cubierta	21502,44	euros
PAY BACK	22,383	años

En el presupuesto aportado por INDUMPIME.S.L se considera tanto los medios auxiliares para llevar a cabo la reforma así como todas las acciones que han de considerarse en las distintas capas de la cubierta para la implantación del aislante considerado. Este presupuesto se considerará en aquellos casos en los que sea totalmente necesario rehabilitar la cubierta bien sea por la aparición de condensaciones, deterioro o por la propia decisión del propietario.

Nosotros estamos evaluando la contribución a la eficiencia energética del edificio por parte de un buen aislamiento por lo que solo consideraremos el precio de éste para la evaluación del ahorro económico que conlleva tal intervención.

COSTES DE LA REHABILITACION

aislante	33,72	euros/m2
coste en cubierta	7182,36	euros
PAY BACK	7,476	años

El siguiente caso se considerará la opción de sustituir los huecos de nuestro edificio.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES**Resultados en la situación actual**

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	31.21	39.30	0.00	9.88
Consumo de energía final (kWh/m ²)	48.93	37.88	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	127.38	98.60	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	31.76	24.58	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.22	1.36	1.00	0.35
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

CONSUMO ENERGIA FINAL (kwh/m2año)

calefaccion	48,93	Kwh/m2año
refrigeración	27,88	Kwh/m2año
iluminación	28,19	Kwh/m2año
total	105	Kwh/m2año
kwh	22365	kwh/año
costes electricos anuales	2907,45	euros/año
AHORRO ELECTRICO ANUAL	1209,88	euros/año

Para la elaboración de un presupuesto se recurrió a la empresa CRISTAL BAHIA que nos detalló el siguiente presupuesto:

INES NIETO

Nº Cliente:

Fecha:

Tfno.:

Fax:

Ref. de Obra:

CONCEPTO

Tipo: / Color: BLANCO

1

498,56

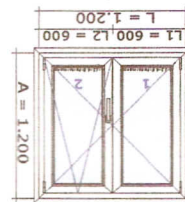
498,56

Descripción:

Vent. 2 hojas
c/palanca de rebajo, Carpint PVC Kömmerling
Sist. Eurofutur
practicable
oscilobatiente
Vidrio 4-12-4 Guardian Sun

Medidas:

Ancho: 1.200 / Alto: 1.200



Unidades Totales: 1

Base Imponible 498,56 €
I.V.A. (21,00%) 104,70 €
TOTAL 603,26 €

Conforme CristalBahía

Conforme Cliente

Sello o Firma:

C.I.F. / N.I.F.:

Firmado:

COSTE REHABILITACION

ventanas	600	euros/ventanas
coste ventanas	5400	euros
PAY BACK	4,46	años

Lo siguiente, sería considerar la sustitución de las luminarias

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES**Resultados en la situación actual**

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	60.79	28.33	0.00	4.83
Consumo de energía final (kWh/m ²)	72.23	48.19	0.00	19.83
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	188.03	125.43	0.00	51.77
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	46.88	31.27	0.00	12.87
Rendimiento Medio	1.57	1.16	1.00	0.24
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

CONSUMO ENERGIA FINAL (kwh/m2año)

calefaccion	72,23	Kwh/m2año
refrigeración	48,19	Kwh/m2año
iluminación	19,83	Kwh/m2año
total	140,25	Kwh/m2año
kwh	29873,25	kwh/año
costes electricos anuales	3883,5225	euros/año
AHORRO ELECTRICO ANUAL	233,806716	euros/año

Se contactó con la empresa ODEL LUX

III150 Ud Luminaria suspendida.

171,59€

Luminaria lineal, de 1186x85x85 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W, modelo OD-2971 1x54W HF L-1186 mm "ODEL-LUX".

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt34ode470Cb	Ud	Luminaria lineal, de 1186x85x85 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W, modelo OD-2971 1x54W HF L-1186 mm "ODEL-LUX", con cuerpo de luminaria formado por perfiles de aluminio extruido, termoesmaltado gris RAL 9006; tapas finales; difusor opal de alta transmitancia; reflector interior termoesmaltado, blanco; protección IP 20.	1,000	149,43	149,43
mt34tuf010g	Ud	Tubo fluorescente T5 de 54 W.	1,000	6,21	6,21
mt34www011	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	1,000	0,90	0,90
mo002	h	Oficial 1ª electricista.	0,200	17,82	3,56
mo094	h	Ayudante electricista.	0,200	16,10	3,22
	%	Medios auxiliares	2,000	163,32	3,27
	%	Costes indirectos	3,000	166,59	5,00
Coste de mantenimiento decenal: 94,37€ en los primeros 10 años.				Total:	171,59

COSTE REHABILITACION		
Luminarias	171,59	euros/luminaria
coste luminarias	2402,26	euros
PAY BACK	10,27	años

Este presupuesto aportado por Odel Lux implica tanto la luminaria como la mano de obra, en nuestro caso solo consideraremos la sustitución del tubo fluorescente por uno de menos potencia y mejor nivel de iluminancia, siendo los costes de tal sustitución así como el tiempo de retorno de tal intervención los que se muestran:

COSTE REHABILITACION		
Luminarias	6,21	euros/tubo
coste luminarias	86,94	euros
PAY BACK	0,37	años
PAY BACK	4,5	meses

Por último caso sería considerar las mejoras activas, como vimos, nos decidimos por optar aquellas que reducen la demanda de refrigeración y en consecuencia el consumo de energía final necesario para satisfacer tal demanda. Los datos obtenidos tras considerar el free cooling son los siguientes:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Resultados en la situación actual

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Iluminación
Demanda de Energía (kWh/m ²)	31.21	39.30	0.00	9.88
Consumo de energía final (kWh/m ²)	48.93	37.88	0.00	28.19
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	127.38	98.60	0.00	73.57
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	31.76	24.58	0.00	18.29
Rendimiento Medio	1.22	1.36	1.00	0.35
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00	0.00

CONSUMO DE ENERGIA FINAL EN REFRIGERACION

refrigeracion	37,88	kw/m2 año
kwh	8068,44	kwh/año
costes electricos anuales	1048,90	euros/ año
AHORRO ELECTRICO ANUA	285,48	euros/ año

Para la sustitución de la caja de mezcla de dos compuertas por una sección formada por tres compuertas para la impulsión, recirculación y admisión del aire nuevo, adaptable a nuestra UTA, se recurrió al catálogo de selección de la misma y se optó por modelo CL07123 de la marca Salvador escoda

COSTES SUSTITUCION

caja mezcla 3 compuertas	940	euros
PAY BACK	3,29	años

17. INSTRUMENTOS FINANCIEROS PARA FOMENTAR LA MEJORA DE EFICIENCIA

En muchas ocasiones, se desea realizar una reforma para ahorrar energía, pero no se puede llevar a cabo por el coste económico que supone. Esta situación, que se da de forma muy generalizada, es lo que ha llevado a la Unión Europea a aprobar la Directiva 2006/32/CE que, entre otras medidas, insta a los Estados de la UE a crear instrumentos de financiación pública para promover la eficiencia energética entre los ciudadanos, las empresas y las instituciones

En este apartado se pretende conocer las formas de financiación y los programas de ayudas públicas destinadas a mejorar la eficiencia energética de los edificios.

Todas las ayudas públicas se convocan anualmente y se encuentran incluidos en los programas de financiación de las siguientes administraciones:

- Programas de financiación de la Administración General del Estado.
- Programas de financiación de las comunidades autónomas.
- Programas de financiación de la Unión Europea.

ORGANO QUE ESTABLECE LAS BASES DE LA CONVOCATORIA	PROGRAMA	GESTIÓN Y CONCESIÓN DE LAS AYUDAS
IDAE	PLANES RENOVE(PLAN DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 2011-2020)	CCAA
MINISTERIO DE VIVIENDA	PLAN ESTATAL DE VIVIENDA Y REHABILITACIÓN 2013-2016	CCAA
COMUNIDADES AUTONOMAS	PLANES REGIONALES DE EFICIENCIA ENERGETICA	CCAA
UNION EUROPEA	ENERGIA INTELIGENTE-EUROPA	CCAA

17.1 Programa de financiación de la Administración General del Estado

Los órganos de la Administración General del Estado que aprueban y gestionan las ayudas de promoción de la eficiencia energética en edificios son el Ministerio de Industria, a través del IDAE, y el Ministerio de Vivienda.

Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDAE)

El IDAE ha aprobado dos tipos de ayudas económicas que son de nuestro interés:

- Planes Renove. Estos programas están destinados a sustituir estructuras o equipos antiguos por otros de mayor eficiencia: Plan Renove de Ventanas, Plan Renove de iluminación.

- Convenios de financiación con entidades bancarias para conceder préstamos a bajo interés. Se encuentran destinados a financiar proyectos con presupuestos elevados.

La gestión de la mayoría de estas ayudas ha sido transferida a las comunidades autónomas, por lo que para tramitar las ayudas hay que dirigirse al órgano autonómico competente, y no al IDAE.

Ministerio de vivienda

En el consejo de ministros del pasado 5 abril se aprobó el proyecto de Ley de Rehabilitación Regeneración y Renovación Urbana y el Plan Estatal de Vivienda 2013-2016.

Este Plan introduce un nuevo modelo de política de vivienda que incluye entre otros: el Plan Estatal de Fomento del alquiler de viviendas, rehabilitación, regeneración y renovación urbana 2013-16 y transpone dos directivas europeas sobre certificación de eficiencia energética, así como las ayudas disponibles del IDAE y las líneas de crédito del ICO.

Entre sus objetivos incluye la mejora de la sostenibilidad y eficiencia energética del parque de viviendas. Cabe mencionar además la intención de contribuir a la reactivación y reconversión del sector de la construcción:

Fomentar la rehabilitación de edificios y la regeneración y renovación urbanas, para una reactivación sostenible del sector de la construcción, unos edificios más seguros y confortables y unas ciudades de mayor calidad.

Mejorar la eficiencia energética de nuestros edificios y de las ciudades, para dar cumplimiento a nuestros compromisos de la Estrategia Europea 2020 y conseguir una economía de bajo consumo de carbono.

Para alcanzar objetivo en materia de eficiencia energética, el Plan incluye dentro de los ocho programas, cuatro destinados a este fin:

- programa 4 de fomento de la rehabilitación edificatoria, incluyendo la certificación energética.
- programa 5 de fomento de la regeneración y renovación urbanas.
- programa 6 de apoyo a la implantación del informe de evaluación de los edificios, incluyendo certificación energética.
- programa 7 para el fomento de ciudades sostenibles y competitivas

El RD 233/2013, de 5 de Abril, por el que se publica el Plan dedica su Capítulo V a la rehabilitación edificatoria. Este programa tiene por objeto financiar actuaciones de mejora, ejecución de obras y trabajos de mantenimiento e intervención en las instalaciones fijas y equipamiento propio, así como en los elementos y espacios privativos comunes de los edificios residenciales -residencial colectiva.

Las actuaciones de mejora en edificios subvencionables podrán ser: de conservación, de mejora de la calidad y la sostenibilidad y/o de la accesibilidad

El Ministerio de Fomento transferirá a la CCAA o Ciudades de Ceuta y Melilla, el importe de las subvenciones de las ayudas a gestionar por estas últimas. Una vez la CCAA reconozca el derecho a la subvención y el beneficiario cumpla con todos los requisitos exigidos, dispondrá según el RD 233/2013, de 30 días para hacer efectiva la ayuda al beneficiario de que se trate

17.2. Programa de financiación de las Comunidades Autónomas

Las comunidades autónomas gestionan dos tipos de ayudas económicas:

- Las que tienen como origen partidas económicas transferidas por la Administración General del Estado. En estas se incluyen los planes Renove incluidos en las medidas del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 y las ayudas del Plan de Energías Renovables 2011-2020 para promocionar la instalación de sistemas de energía solar térmica y fotovoltaica aislada. El IDAE establece las bases jurídicas para acceder a las ayudas. Estas bases pueden ser ampliadas, nunca disminuidas, por las comunidades autónomas. Las consejerías de Industria de las comunidades autónomas tramitan las solicitudes.
- Las ayudas que tienen como origen partidas económicas aprobadas en los presupuestos autonómicos. Las comunidades autónomas tienen potestad para establecer el marco jurídico de regulación de las mismas.

En los últimos años las comunidades autónomas han aprobado sus propios planes regionales de eficiencia energética. En cumplimiento de las disposiciones recogidas en la Directiva 2006/32/CE, de Promoción de los Servicios Energéticos, los planes regionales incluyen ayudas de financiación a los titulares de los edificios (particulares, empresas, instituciones públicas...) y a las empresas de servicios energéticos (ESE).

Estas ayudas se destinan a:

- Rehabilitación energética de la envolvente térmica de edificios existentes para cumplir con las prescripciones de la sección HE 1 del CTE.
- Construcción de edificios de la calificación energética A o B, así como rehabilitación de los ya existentes para mejorar la calificación.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas del edificio (sustitución de equipos, instalaciones centralizadas...).
- Instalación de sistemas domóticos para ahorrar energía (control de encendido y apagado, regulación de los niveles de luz y temperatura...).

- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones lumínicas (cambio de la instalación, sustitución de luminarias...)

En la siguiente tabla figura la convocatoria de ayudas regionales 2013 para la promoción del ahorro y eficiencia energética de la edificación de la Comunidad de Madrid.

Tipo de actuación	Cuantía de subvención		Cuantía máxima en caso de viviendas unifamiliares		Cuantía máxima en el resto de edificios o de viviendas por cada edificio en bloque	
E4SEP1A. Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes de forma que cumplan, al menos, con las exigencias del Código Técnico de la Edificación (CTE)	Hasta el 22% del gasto subvencionable		10.000€		300.000	
	Cuantía mínima de subvención					
	2.000€					
Tipo de actuación	Viviendas unifamiliares que alcancen calificación energética "A"	Viviendas unifamiliares que alcancen calificación energética "B"	Edificios de viviendas en bloque que alcancen calificación energética "A"	Edificios de viviendas en bloque que alcancen calificación energética "B"	Resto de edificios que alcancen calificación energética "A"	Resto de edificios que alcancen calificación energética "B"
E4SEMA1. Realización de inversiones en actuaciones energéticas que permitan alcanzar en edificios de nueva construcción cuyo certificado final de obra se haya obtenido en el periodo subvencionable previsto en la presente Orden, una calificación energética "B" o "A", mediante la reducción del consumo de energía	50€/m ² construido	30€/m ² construido	35€/m ² construido	20€/m ² construido	30€/m ² construido	15€/m ² construido
	Cuantía máxima de subvención					
	El extra-coste declarado y como máximo 10.000€	El extra-coste declarado y como máximo 10.000€	El extra-coste declarado y como máximo 200.000€	El extra-coste declarado y como máximo 200.000€	El extra-coste declarado y como máximo 200.000€	El extra-coste declarado y como máximo 200.000€
Tipo de actuación	Cuantía de subvención			Cuantía máxima		
E4SEMA1. Realización de la ingeniería requerida para calificar energéticamente el edificio y obtener la licencia de obra en el periodo subvencionable	75% del coste subvencionable			7.500€		

17.3 Programa de financiación de la Unión Europea

La política energética de la Unión Europea ha tenido en cuenta la creación de medios de financiación para hacer frente a la inversión económica necesaria para cumplir los objetivos de ahorro energético fijados para 2020.

Las partidas presupuestarias de la Unión Europea destinadas a financiar la eficiencia energética y el uso de energías renovables en los edificios no se entregan directamente al ciudadano, sino a las instituciones estatales, regionales y locales que las incluyen en sus respectivos programas de financiación.

Entre los programas que destinan fondos a la financiación de eficiencia energética en edificios está el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, FEDER (modificado para financiar

proyectos de energía), o los fondos constituidos por el Banco Europeo de Inversiones para financiar los proyectos europeos (Fondo Margarita...).

17.3.1 Programa energía inteligente para Europa (EIE)

Uno de los programas europeos que sí es accesible al ciudadano es el Programa Energía Inteligente Europa (INTELLIGENT ENERGY EUROPE, IEE).

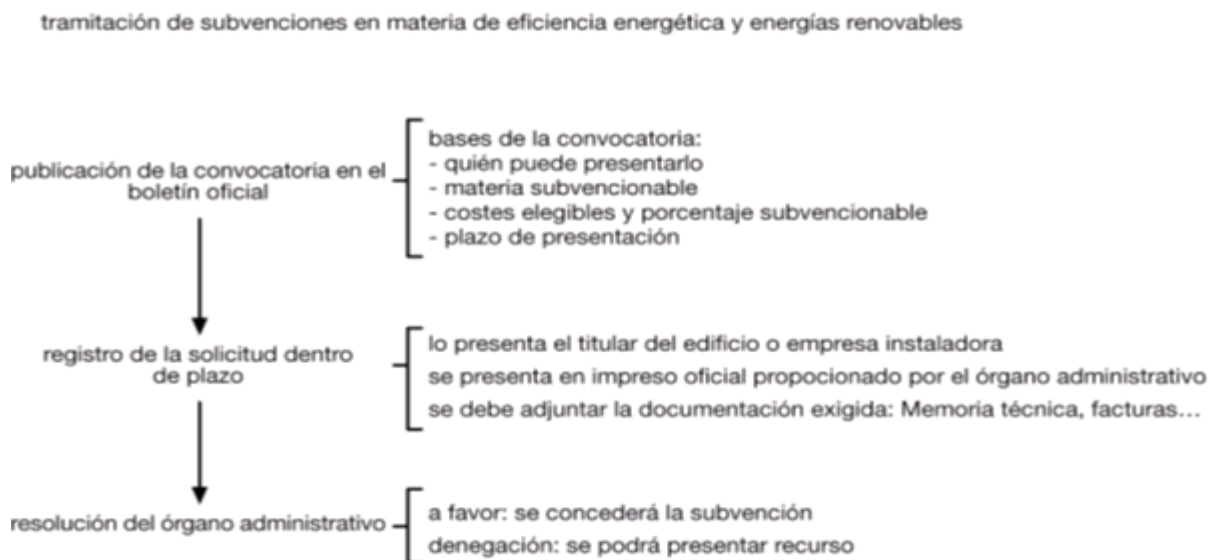
Es el programa de referencia de la Unión Europea en materia de promoción de la eficiencia energética y la promoción de energías renovables. Financia hasta el 75% del proyecto. La convocatoria es anual. Financia proyectos que sean pioneros o sean ejemplarizantes en materia de eficiencia energética o energías renovables. Por ejemplo, las agencias regionales de energía se han financiado con el Programa IEE.

Solo pueden participar empresas o instituciones, públicas o privadas, que cumplan una serie de requisitos como estar saneadas o no tener causa penal. En ningún caso pueden acceder a estas ayudas las personas físicas. Para la convocatoria 2013 los proyectos debían pertenecer a una de estas tres áreas:

- **SAVE:** optarán proyectos de eficiencia energética y uso racional de los recursos tanto en el sector residencial como en el sector de la industria, incluyendo la financiación de proyectos de concienciación al ciudadano en escuelas o la creación de agencias regionales o locales de energía.
- **ALTENER:** destinado a proyectos en los que las fuentes de energía nuevas y renovables se apliquen a la edificación (agua caliente sanitaria, calefacción, refrigeración...).
- **STEER:** proyectos de energías renovables y eficiencia energética aplicados al transporte.

17.4 Procedimiento administrativo para tramitar una subvención

Los pasos que hay que seguir para tramitar la solicitud de una subvención se muestran en la siguiente gráfica:



Publicación de la convocatoria

El interesado debe estar atento de la publicación de la convocatoria. Esta se aprueba por el órgano competente (Consejo de Ministros, Ministerio de Vivienda, consejerías de Industria...) y debe aparecer obligatoriamente en el Boletín Oficial (BOE, boletines oficiales autonómicos, Diario Oficial de la Unión Europea...).

Generalmente, las páginas web de las consejerías de Industria o de sus agencias regionales de energía incluyen un apartado específico donde se recogen todas las convocatorias europeas, estatales y autonómicas que tienen el plazo de solicitud abierto; de esta forma, no es necesario consultar diariamente los boletines oficiales de todas las administraciones.

Presentación de la solicitud junto con la documentación exigible ante el órgano administrativo.

En la solicitud de cualquier subvención se debe presentar:

- Impreso oficial.
- Documentación adjunta.

Los impresos oficiales se encuentran disponibles en las ventanillas de registro. En el caso de convocatorias autonómicas se debe acudir a los servicios provinciales de las consejerías

de Industria o en las agencias regionales de energía. También puede descargarse desde la página web del órgano que convoca.

Junto con el impreso oficial debe adjuntarse la documentación que se consigne en la convocatoria. En ayudas relacionadas con la eficiencia energética suele exigirse, junto con la acreditación de los datos personales, la presentación de la memoria o proyecto, el cálculo que justifique la mejora energética y las facturas de los costes elegibles.

El impreso oficial y la documentación deben ser presentadas por los titulares de los edificios o por las empresas que realizan las reformas. El segundo caso es el más generalizado. Las empresas, si desean tramitar solicitudes, deben adherirse previamente en un registro oficial

Las solicitudes se tienen que registrar dentro de plazo. La mayoría de las convocatorias suelen tener una periodicidad anual subvencionándose las obras realizadas entre un periodo de tiempo concreto que suele ser el año inmediatamente anterior. Las administraciones disponen de unas partidas económicas limitadas y conceden las ayudas por orden de presentación de las solicitudes, por lo que una vez que se agota la partida presupuestaria, aunque la obra de rehabilitación se haya realizado dentro de plazo, se deniega la ayuda económica al solicitante.

Otra de las formas para presentar la solicitud es la denominada “tramitación electrónica”. En este caso el impreso oficial se rellena por Internet y la documentación exigida se envía por correo certificado.

Resolución de la solicitud por la Consejería de Industria

La solicitud puede ser admitida o denegada por resolución administrativa del órgano competente. Las causas de la denegación son varias: no adjuntar la documentación necesaria, no justificar los gastos, estar agotadas las partidas presupuestarias asignadas... En caso de denegación, el titular del derecho podrá interponer un recurso de alzada ante el órgano inmediatamente superior o un recurso de reposición ante el mismo órgano.

BIBLIOGRAFIA

Manual de aire acondicionado *Carrier Air Conditioning Company* .Editorial Marcombo (1992)

Documento básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE)

Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios RITE 2007

Guía técnica ahorro y eficiencia energética en climatización nº18 (IDAE) *Instalaciones de climatización por agua*

Guía técnica ahorro y eficiencia energética en climatización nº17 (IDAE) *Instalaciones de climatización con equipos autónomos*

Guía técnica ahorro y eficiencia energética en climatización nº12 (IDAE) *Condiciones exteriores de proyecto*

Guía técnica ahorro y eficiencia energética en climatización nº10 (IDAE) *Selección de equipos de transporte de fluidos*

Guía técnica ahorro y eficiencia energética en climatización nº9 (IDAE) *Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización*

Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios nº5(IDAE) *Soluciones de acristalamientos y cerramientos acristalados*

Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios nº7(IDAE) *Soluciones de poliestireno extruido*

Guía práctica para la rehabilitación de edificios IDAE 2010

Guía técnica de eficiencia energética en iluminación .IDAE 2001

Instalaciones de energía solar térmica: *pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura (IDAE 2009)*

Plan de ahorro y eficiencia energética en España 2011-2020 (IDAE)

Manual de estadísticas energéticas de la Unión Europea Eurostat 2010

Apuntes del curso Superior Universitario *Certificación de eficiencia energética en edificios 2013-2014*

PAGINAS WEB CONSULTADAS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

<http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.PDF>.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd1027-2007.html

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética en edificios de nueva construcción

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/31/pdfs/A0449-04507.PDF>.

Directiva 2002/91/CE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios

http://eurle.europa.eu/smatrtapi/cgi/sga_doc?smartapi!celeplus!prod!DocNumber&lg=es&type_doc=Directive&an_doc=2002&nu_doc=91

Directiva 2010/31/CE, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de los edificios

<http://eur-le.europa.eu/LeURIsERV/IEuriserv.do?uri=OJ:L2010:153:0013:0035:eS:PDF>

Directiva 2009/28/CE sobre el uso de energías renovable en la Unión Europea

<http://eur-le.europa.eu/leUriServ/leUriserv.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:ES:PDF>

Real Decreto 235/2013, de 5 abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios existentes

http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-3904

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

<https://www.boe.es/boe/dias/1997/04/23/pdfs/A12918-12926.pdf>

Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016.

<http://www.boe.es/boe/dias/2013/04/10/pdfs/BOE-A-2013-3780.pdf>

Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020

http://www.minetur.gob.es/energia/es-es/novedades/documents/paaee2011_2020.pdf

Plan Nacional de Energías Renovables de España 2011-2020

http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Documents/20100630_PANER_Es_panaversion_final.pdf

Plan Renove de ventanas 2014 .Comunidad de Madrid

http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_ConvocaPrestac_FA&cid=1354185659465&noMostrarML=true&pageid=1331

Código Técnico de la Edificación (CTE)

<http://www.codigotecnico.org>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)

<http://www.idae.es>

Asociación española de poliestireno extruido

<http://www.aipex.es>

VOLUMEN A: TABLAS Y GRAFICAS

INDICE

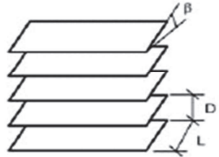
TABLAS

Tabla A1: Factores de sombra para obstáculos en fachada	2
Tabla A2: Datos mensuales para capitales de provincia	3
Tabla A3: Correcciones de la temperatura seca en función del mes considerado.....	4
Tabla A4: Correcciones de la temperatura seca en función de la hora solar considerada.....	4
Tabla A5: Correcciones de la temperatura húmeda en función del mes considerado.....	4
Tabla A6: Correcciones de la temperatura húmeda en función de la hora solar considerada.....	5
Tabla A7: Aportaciones solares a través de vidrios sencillos.....	5
Tabla A8: Factores de corrección dependiendo del tipo de vidrio.....	7
Tabla A9: Factores de corrección debido a la interposición de obstáculos.....	7
Tabla A10: Incrementos de temperaturas equivalentes en muros verticales en °C.....	7
Tabla A11: Incrementos de temperaturas equivalentes en muros horizontales en °C.....	8
Tabla A12: Potencia térmica desprendida por ocupantes.....	9
Tabla A13: Carga emitida por aparatos eléctricos.....	9
Tabla A14: Carga emitida por aparatos de gas.....	10
Tabla A15: velocidad en conductos con nivel de ruido como factor de control.....	10
Tabla A16: Porcentaje de área de sección recta en ramas para conservar constante el rozamiento.....	11
Tabla A17: dimensiones de conducto, area de la sección, diametro equivalente y tipo de conducto.....	12
Tabla A18: Rozamiento en codos rectangulares.....	13
Tabla A19: Pérdidas de carga en válvulas expresadas en longitud equivalente de tubo.....	14
Tabla A20: Pérdidas de carga de los codos y T expresada en longitudes equivalente de tubo.....	15

GRAFICAS

Gráfico A1. Pérdidas de carga por rozamiento en conducto redondo.....	16
Gráfica A2: Pérdidas por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de acero.....	17

Tabla A1. Factores de sombra para obstáculos en fachadas (fuente : Tabla E13 Y E14, HE1-CTE)

lamas horizontales		ángulo de inclinación β		
		0	30	60
	orientación			
	sur	0,49	0,42	0,26
	sureste/ suroeste	0,54	0,44	0,26
	este/ oeste	0,57	0,45	0,27

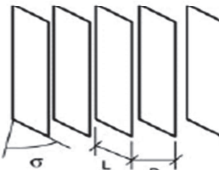
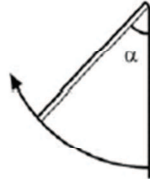
lamas horizontales		ángulo de inclinación σ						
		-60	-45	-30	0	30	45	60
	orientación							
	sur	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	sureste	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	suroeste	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
	este	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	oeste	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

	caso A	tejidos opacos $\tau = 0$		tejidos translúcidos $\tau = 0,2$	
	α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O
	30	0,02	0,04	0,22	0,24
	45	0,05	0,08	0,25	0,28
	60	0,22	0,28	0,42	0,48

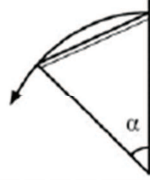
	caso B	tejidos opacos $\tau = 0$			tejidos translúcidos $\tau = 0,2$		
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
	30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
	45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60
	60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48

Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

Tabla A2: Datos mensuales para capitales de provincia (fuente: Anexo G del HE1-CTE)

Localidad	Ene	Localidad	Ene
Albacete	T _{med} 5,0 HR _{med} 78	Madrid	T _{med} 6,2 HR _{med} 71
Alicante	T _{med} 11,6 HR _{med} 67	Málaga	T _{med} 12,2 HR _{med} 71
Almería	T _{med} 12,4 HR _{med} 70	Melilla	T _{med} 13,2 HR _{med} 72
Ávila	T _{med} 3,1 HR _{med} 75	Murcia	T _{med} 10,6 HR _{med} 72
Badajoz	T _{med} 8,7 HR _{med} 80	Ourense	T _{med} 7,4 HR _{med} 83
Barcelona	T _{med} 8,8 HR _{med} 73	Oviedo	T _{med} 7,5 HR _{med} 77
Bilbao	T _{med} 8,9 HR _{med} 73	Palencia	T _{med} 4,1 HR _{med} 84
Burgos	T _{med} 2,6 HR _{med} 86	Palma de Mallorca	T _{med} 11,6 HR _{med} 71
Caceres	T _{med} 7,8 HR _{med} 55	Palmas, Las	T _{med} 17,5 HR _{med} 68
Cádiz	T _{med} 12,8 HR _{med} 77	Pamplona	T _{med} 4,5 HR _{med} 80
Castellón	T _{med} 10,1 HR _{med} 68	Pontevedra	T _{med} 9,9 HR _{med} 74
Ceuta	T _{med} 11,5 HR _{med} 87	S ,Sebastian	T _{med} 7,9 HR _{med} 76
Ciudad Real	T _{med} 5,7 HR _{med} 80	Salamanca	T _{med} 3,7 HR _{med} 85
Córdoba	T _{med} 9,5 HR _{med} 80	Santa Cruz de Tenerife	T _{med} 17,9 HR _{med} 66
A Coruña	T _{med} 10,2 HR _{med} 77	Santander	T _{med} 9,7 HR _{med} 71
Cuenca	T _{med} 4,2 HR _{med} 78	Segovia	T _{med} 4,1 HR _{med} 75
Girona	T _{med} 6,8 HR _{med} 77	Sevilla	T _{med} 10,7 HR _{med} 79
Granada	T _{med} 6,5 HR _{med} 76	Soria	T _{med} 2,9 HR _{med} 77
Guadalajara	T _{med} 5,5 HR _{med} 80	Tarragona	T _{med} 10,0 HR _{med} 66
Huelva	T _{med} 12,2 HR _{med} 76	Teruel	T _{med} 3,8 HR _{med} 72
Huesca	T _{med} 4,7 HR _{med} 80	Toledo	T _{med} 6,1 HR _{med} 78
Jaén	T _{med} 8,7 HR _{med} 77	Valencia	T _{med} 10,4 HR _{med} 63
León	T _{med} 3,1 HR _{med} 81	Valladolid	T _{med} 4,1 HR _{med} 82
Lleida	T _{med} 5,5 HR _{med} 81	Vitoria	T _{med} 4,6 HR _{med} 83
Logroño	T _{med} 5,8 HR _{med} 75	Zamora	T _{med} 4,3 HR _{med} 83
Lugo	T _{med} 5,8 HR _{med} 85	Zaragoza	T _{med} 6,2 HR _{med} 76

Tabla A3. Correcciones de la temperatura seca en función del mes considerado (fuente: Manual de aire acondicionado Carrier, 1992)

OMA	CORRECCIONES DE TEMPERATURA SECA EN FUNCION DEL MES CONSIDERADO								
	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.
45	13,5	8,9	4,4	1,7	0	0	2,4	6,7	11,5
40	7,5	5,0	2,2	0,6	0	0	1,3	3,9	8,0
35	5,7	4,2	2,0	0,6	0	0	1,1	3,1	6,2
30	3,2	2,7	1,7	0,6	0	0	1,1	2,2	4,3
25	2,2	1,7	1,1	0,6	0	0	0,9	1,7	3,3
20	1,7	1,2	0,8	0,5	0	0	0,7	1,2	2,5

Tabla A4. Correcciones de la temperatura seca en función de la hora solar considerada (fuente: Manual de aire acondicionado Carrier, 1992)

OMD	CORRECCIÓN DE TEMPERATURA SECA EN FUNCION DE LA HORA SOLAR										
	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
6	6	5,3	4,1	2,8	0,6	0	0,6	1,1	2,9	4,7	5,6
8	8	6,5	4,9	2,8	0,6	0	0,6	1,1	3,3	5,4	7,5
10	10	7,3	5,3	2,8	0,6	0	0,6	1,4	3,7	5,9	8,4
12	12	8,1	5,6	2,8	0,6	0	0,6	1,7	4,1	6,5	9,2
14	14	8,9	5,6	2,8	0,6	0	0,6	1,7	4,4	7,2	10,0
16	16	9,7	6,4	3,2	0,6	0	0,6	2,1	5,3	8,1	11,3
18	18	10,8	7,2	3,6	0,6	0	0,6	2,7	6,1	9,1	12,5
20	20	11,9	8,0	4,0	0,6	0	0,6	3,4	6,9	10,3	13,8
22	22	13,2	8,8	4,4	0,6	0	0,6	3,8	7,7	11,6	15,4
24	24	14,0	9,2	4,5	0,9	0	0,9	4,2	8,5	12,7	16,6

Tabla A5. Correcciones de la temperatura húmeda en función del mes considerado (fuente Manual de aire acondicionado Carrier, 1992)

OMA	CORRECCIONES DE TEMPERATURA HUMEDA EN FUNCION DEL MES CONSIDERADO								
	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.
45	7,2	5,0	2,2	1,1	0	0	1,1	3,3	6,1
40	3,6	2,4	1,1	0	0	0	0,8	2,2	3,8
35	2,9	2,0	1,1	0	0	0	0,6	1,7	3,1
30	1,7	1,6	1,0	0	0	0	0,6	1,1	2,1
25	1,5	1,1	0,5	0	0	0	0,4	0,9	1,7
20	1,2	0,8	0,3	0	0	0	0,2	0,5	1,4

Tabla A6. Correcciones de la temperatura húmeda en función de la hora solar considerada (fuente Manual de aire acondicionado Carrier, 1992)

OMD	CORRECCION DE LA TEMPERATURA HUMEDA EN FUNCION DE LA HORA SOLAR										
	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
6	1,3	1,2	1,1	0,6	0	0	0	0,6	0,6	1,2	1,3
8	2,1	1,6	1,1	0,6	0	0	0	0,6	0,6	1,6	2,1
10	2,2	2,0	1,4	0,6	0	0	0	0,6	0,9	1,7	2,2
12	2,4	2,2	1,7	0,6	0	0	0	0,6	1,1	1,7	2,4
14	2,8	2,2	1,7	0,6	0	0	0	0,6	1,1	1,7	2,8
16	3,2	2,6	1,7	0,6	0	0	0	0,6	1,5	2,1	3,2
18	3,6	3,1	1,9	0,8	0	0	0	0,6	1,7	2,3	3,6
20	4,1	3,4	2,2	1,1	0	0	0	0,7	1,8	2,9	4,1
22	4,9	3,8	2,2	1,1	0	0	0	1,1	2,2	3,3	4,9
24	5,4	3,9	2,6	1,1	0	0	0	1,1	2,2	4,0	5,4

Tabla A7: Aportaciones solares a través de vidrios sencillos (fuente Manual de aire acondicionado Carrier, 1992)

Epoca	AM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Hor	PM
Dic.	8	9	25	212	264	157	10	9	9	20	16
	9	31	33	427	645	477	40	31	31	124	15
	10	45	45	357	732	661	173	45	45	243	14
	11	53	53	177	685	764	379	53	53	327	13
	12	56	56	60	560	798	560	60	56	356	12
Nov.	8	17	55	339	406	228	18	17	17	44	16
	9	38	42	476	690	492	42	38	38	173	15
	10	52	52	385	748	658	159	52	52	303	14
	11	60	60	192	688	756	367	60	63	388	13
	12	63	63	67	555	789	555	67	197	417	12
Oct.	7	6	64	142	132	38	6	6	6	12	17
	8	35	155	545	592	279	35	35	35	136	16
	9	54	73	567	742	476	57	54	54	305	15
	10	67	70	439	752	619	119	67	67	443	14
	11	76	76	223	670	707	317	76	76	529	13
Sept.	7	28	265	460	381	66	27	27	27	80	17
	8	52	275	646	626	224	52	52	52	258	16
	9	71	148	613	712	390	73	71	71	434	15
	10	84	89	468	696	521	95	84	84	567	14
	11	92	92	245	604	603	242	92	92	650	13
Agosto	6	38	214	259	151	18	17	17	17	38	18
	7	55	426	602	426	55	49	49	49	196	17
	8	75	397	681	569	128	72	72	72	386	16
	9	89	259	621	618	251	89	89	89	549	15
	10	102	126	472	589	367	107	109	109	674	14
Julio	5	3	7	6	2	0	0	0	0	1	19
	6	116	395	433	216	34	34	34	34	100	18
	7	95	513	643	400	66	62	62	62	278	17
	8	90	468	680	505	94	83	83	83	459	16
	9	102	333	610	537	165	99	99	99	611	15
Junio	10	110	177	462	50	254	114	110	110	729	14
	11	117	125	256	400	321	135	117	117	802	13
	12	120	120	130	253	344	253	130	120	826	12
	13	120	120	130	253	344	253	130	120	826	12
	14	120	120	130	253	344	253	130	120	826	12
Epoca	AM	N	NO	O	SO	S	SE	E	NE	Hor	PM

Epoca	AM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Hor	PM
Enero	8	17	55	350	420	236	17	17	17	44	16
	9	37	41	485	706	504	42	37	37	172	15
	10	51	51	390	761	671	161	51	51	303	14
	11	59	59	193	699	769	372	59	59	390	13
	12	62	62	66	563	802	563	66	62	419	12
Febrero	7	6	71	160	150	43	6	6	6	11	17
	8	33	158	576	628	296	33	33	33	136	16
	9	52	70	587	773	496	55	52	52	52	15
	10	65	67	449	777	640	120	65	65	450	14
	11	73	73	224	690	729	325	73	73	538	13
	12	76	76	80	536	769	536	80	76	567	12
Marzo	7	27	295	514	425	69	26	26	26	83	17
	8	50	288	686	664	232	50	50	50	267	16
	9	67	147	639	743	404	69	67	67	450	15
	10	80	85	482	722	538	91	80	80	587	14
	11	88	88	247	623	622	244	88	88	672	13
	12	91	91	97	457	650	457	97	91	702	12
Abril	6	36	228	279	164	16	15	15	15	34	18
	7	50	442	633	451	51	45	45	45	193	17
	8	69	402	705	593	130	67	67	67	389	16
	9	84	253	637	640	260	84	84	84	557	15
	10	96	117	480	608	380	101	96	96	684	14
	11	104	107	255	506	459	163	104	104	766	13
	12	106	106	114	341	486	341	114	106	793	12
Mayo	5	1	3	3	1	0	0	0	0	0	19
	6	113	403	445	223	33	33	33	33	96	18
	7	89	520	658	412	63	59	59	59	275	17
	8	86	470	693	518	92	80	80	80	460	16
	9	99	330	620	550	168	96	96	96	616	15
	10	107	171	467	512	262	111	107	107	736	14
	11	114	121	255	409	330	133	114	114	811	13
	12	117	117	126	257	355	257	126	117	835	12
Junio	5	32	68	63	20	4	4	4	4	8	19
	6	150	450	478	222	39	39	39	39	126	18
	7	118	543	654	385	68	65	65	65	306	17
	8	94	492	680	480	93	85	85	85	483	16
	9	105	358	606	507	142	100	100	100	633	15
	10	112	197	457	468	218	115	112	112	749	14
	11	119	128	254	367	279	130	119	119	821	13
	12	121	121	131	227	301	227	131	121	844	12
Epoca	AM	N	NO	O	SO	S	SE	E	NE	Hor	PM

Tabla A8 Factores de corrección dependiendo del tipo de vidrio (Fuente Carrier, 1992)

Tipo de acristalamiento	Espesor en mm	Factor de transmisión energética	Factor solar F _s
Sencillo: Vidrio sencillo	3	0,87	0,88
	6	0,82	0,85
	8	0,78	0,83
	10	0,76	0,82
	6	0,74	0,80
	8	0,64	0,73
	6	0,49	0,64
	10	0,33	0,54
	6	0,44	0,62
	10	0,32	0,53
	6	0,47	0,64
	10	0,31	0,52
	—	0,21 a 0,59	0,38 a 0,69
	—	—	—
Doble: Lunas incoloras	6 + 6	0,67	0,73
	8 + 8	0,63	0,70
	10 + 8	0,61	0,68
	6 + 6	0,39	0,51
	10 + 8	0,24	0,37
	6 + 6	0,40	0,52
	10 + 8	0,26	0,41
	6 + 6	0,38	0,50
	10 + 8	0,28	0,39
	—	0,17 a 0,49	0,27 a 0,55
Lunas color bronce + incolora	6 + 6	0,39	0,51
	10 + 8	0,24	0,37
	6 + 6	0,40	0,52
	10 + 8	0,26	0,41
Lunas color gris + incolora	6 + 6	0,40	0,52
	10 + 8	0,26	0,41
Lunas color verde + incolora	6 + 6	0,38	0,50
	10 + 8	0,28	0,39
Reflectante	—	0,17 a 0,49	0,27 a 0,55
	—	—	—

Tabla A9 Factores de corrección debido a la interposición de obstáculos (fuente Carrier, 1992)

Tipo de protección solar	Acabado	Factor de protección solar F _{ps}
Toldo exterior móvil	Oscuro	0,35
	Claro	0,40
	Medio	0,60
	Oscuro	0,80
Persiana interior enrollable completamente cerrada	Claro	0,70
	Medio	0,80
	Oscuro	0,90
	Reflector	0,45
Persiana interior enrollable medio cerrada	Medio	0,65
	Oscuro	0,75
	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35
Persiana Veneciana interior con láminas a 45°	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35
Persiana exterior	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35
	Oscuro	0,50-0,35

Tabla A10: Incrementos de temperaturas equivalentes en muros verticales en °C (fuente Carrier, 1992)

Orient	Horas solar																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Muro ligero (200 kg/m ² ; U = 0,40 W/m ² K)																								
N	12	11	10	9	8	7	6	5	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	16	16	16	15	14
NE	14	12	11	9	8	7	6	6	7	8	11	13	15	16	17	17	17	18	19	19	18	17	16	15
E	17	16	14	12	10	8	6	5	6	8	11	14	16	18	19	19	20	21	22	22	22	21	20	19
SE	13	11	10	9	9	9	9	8	8	9	10	12	14	16	18	20	22	23	24	25	23	21	19	16
S	14	12	11	10	8	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	19	20	21	21	21	20	18	17	15
SO	22	20	17	15	13	11	9	8	7	7	7	7	8	12	19	27	32	35	36	35	34	31	28	25
O	22	20	18	15	12	8	6	4	3	5	7	9	12	14	15	17	18	20	22	23	24	24	24	23
NO	18	17	15	12	10	8	6	5	4	5	7	8	10	12	13	14	15	17	19	20	21	20	20	19
Muro peso medio (300 kg/m ² ; U = 0,52 W/m ² K)																								

N	13	12	12	11	11	10	9	9	9	8	8	9	9	9	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13
NE	15	14	13	13	12	11	11	10	10	10	11	11	12	13	13	14	14	15	15	16	16	16	15	15
E	18	17	16	15	14	13	12	11	11	11	12	13	14	14	15	16	16	17	17	18	18	18	18	18
SE	16	15	14	14	13	13	12	12	12	12	12	12	13	13	14	15	16	17	18	19	19	19	18	17
S	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	9	10	11	12	13	14	15	16	16	16	16	16	15
SO	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	13	13	13	15	18	21	23	25	25	26	26	25	24
O	19	19	18	17	16	15	13	12	11	10	10	11	12	13	13	14	15	15	16	17	18	19	19	19
NO	16	16	16	15	14	13	11	10	10	9	10	10	10	11	11	12	13	13	14	15	16	16	16	16
Muro pesado (500 kg/m ² ; U = 0,43 W/m ² K)																								
N	12	12	12	12	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11
NE	14	14	14	14	14	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14
E	16	16	16	16	16	16	16	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16
SE	16	16	16	16	15	15	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	16	16	16
S	14	14	14	14	14	13	13	13	13	12	12	12	12	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14
SO	21	22	21	21	21	21	20	20	19	19	18	18	18	17	17	17	17	18	18	19	20	20	21	21
O	16	16	17	17	17	17	16	16	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	16	16
NO	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14

Tabla A11: Incrementos de temperaturas equivalentes en muros horizontales en °C (fuente Carrier, 1992)

Horas solar																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Cubierta l horizontal ligera (350 kg/m ² ; U = 0,75 W/m ² K)																								
26	25	25	24	23	22	21	20	18	17	16	16	15	15	15	16	17	19	20	22	23	24	25	25	
Cubierta horizontal pesada (500 kg/m ² ; U = 1,25 W/m ² K)																								
23	23	23	23	22	21	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	18	19	20	21	22	23	23	23	

Tabla A12: Potencia térmica desprendida por ocupantes (fuente Carrier, 1992)

Potencia térmica desprendida por ocupante (W)												
ACTIVIDAD	TIPO DE LOCAL	ADULTO (AM)	Temperatura seca del local °C									
			28		27		26		24		21	
			qs	ql	qs	ql	qs	ql	qs	ql	qs	ql
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	114	51	51	57	45	61	41	67	35	75	27
Sentados, trabajo ligero	Escuela secundaria	131	52	64	56	60	63	53	70	46	79	37
Empleado oficina	Oficina, apartamento, Escuela superior	139	52	79	58	73	63	68	71	60	82	49
De pie, marcha lenta	Almacenes, tiendas	161	52	79	58	73	63	68	71	60	82	49
Sentado, de pie	Farmacia	161	52	94	58	88	64	82	74	72	85	61
De pie, marcha lenta	Banco	161	52	94	58	88	64	82	74	72	85	61
Sentado	Restaurante	146	56	105	64	98	71	90	82	79	94	67
Trabajo ligero taller	Fabrica, trabajo ligero	234	56	163	64	156	72	147	86	133	107	112
Baile	Sala de baile	263	64	184	72	177	80	168	95	153	117	131
Marcha 5 km/h	Fabrica, trabajo bastante	292	79	213	88	204	96	196	111	181	134	158
Trabajo penoso	Pista bowling Fábrica	439	131	293	136	288	142	282	153	271	177	248
$AM (mujer adulta) = AM (hombre adulto) \times 0,86$ $AM(niño) = AM(hombre adulto) \times 0,75$												

Tabla A13: Carga emitida por aparatos eléctricos (fuente Manual Carrier,1992)

Cargas emitidas por aparatos eléctricos				
EQUIPO	POTENCIA [W]	SIN CAMPANA		CON CAMPANA
		qs [W]	ql [W]	qs [W]
Cafetera eléct.(12 tazas)	1660	1100	560	530
Lavavajillas(100 platos/h)	380	56	123	56
Grill/plancha (m ²)	26200	1720	970	940
Plancha	1640	700	940	-
Nevera (m ²)	1730	690	-	-
Microondas (30 litros)	600-1400	600-1400	-	-
Secador de pelo	1580	675	120	-
Fotocopiadora	1570-5800	1000-3100	-	-
Ordenador Personal	250	250	-	-
Proyector transparencias	300	300	-	-
Impresora láser	-	300	-	-

Tabla A14: Carga emitida por aparatos de gas (fuente Manual Carrier,1992)

Cargas emitidas por aparatos de gas				
EQUIPO	POTENCIA [W]	SIN CAMPANA		CON CAMPANA
		qs [W]	ql [W]	qs [W]
Cafetera (12l)	-	1025	440	295
Grill/plancha (m ²)	-	15455	8200	4730
Asador de pollos	20510	-	-	2050
Horno pizzas (m ²)	14900	1970	690	270
Baño maría (m ²)	10410	2600	2650	1450

Tabla A15 velocidad en conductos con nivel de ruido como factor de control (fuente Carrier)

APLICACIÓN	FACTOR DE CONTROL DEL NIVEL DE RUIDO (conductos principales)	FACTOR DE CONTROL - RÓZAMIENTO EN CONDUCTO			
		Conductos principales		Conductos derivados	
		Suministro	Retorno	Suministro	Retorno
Residencias	3	5	4	3	3
Apartamentos Dormitorios de hotel Dormitorios de hospital	5	7,5	6,5	6	5
Oficinas particulares Despachos de directores Bibliotecas	6	10	7,5	8	6
Sales de cine y teatro Auditorios	4	6,5	5,5	5	4
Oficinas públicas Restaurantes de primera categoría Comercios de primera categoría Bancos	7,5	10	7,5	8	6
Comercios de categoría media Cafeterías	9	10	7,5	9	6
Locales industriales	12,5	15	9	11	7,5

Tabla A16: Porcentaje de área de sección recta en ramas para conservar constante el rozamiento (fuente tabla 13 manual Carrier)

TABLA 13. PORCENTAJE DE ÁREA DE SECCIÓN RECTA EN RAMAS PARA CONSERVAR CONSTANTE EL ROZAMIENTO

% CAUDAL m³/h	% ÁREA CONDUCTO	% CAUDAL m³/h	% ÁREA CONDUCTO	% CAUDAL m³/h	% ÁREA CONDUCTO	% CAUDAL m³/h	% ÁREA CONDUCTO
1	2,0	26	33,5	51	59,0	76	81,0
2	3,5	27	34,5	52	60,0	77	82,0
3	5,0	28	35,5	53	61,0	78	83,0
4	7,0	29	36,5	54	62,0	79	84,0
5	9,0	30	37,5	55	63,0	80	84,5
6	10,5	31	39,0	56	64,0	81	85,5
7	11,5	32	40,0	57	65,0	82	86,0
8	13,0	33	41,0	58	65,5	83	87,0
9	14,5	34	42,0	59	66,5	84	87,5
10	16,5	35	43,0	60	67,5	85	88,5
11	17,5	36	44,0	61	68,0	86	89,5
12	18,5	37	45,0	62	69,0	87	90,0
13	19,5	38	46,0	63	70,0	88	90,5
14	20,5	39	47,0	64	71,0	89	91,5
15	21,5	40	48,0	65	71,5	90	92,0
16	23,0	41	49,0	66	72,5	91	93,0
17	24,0	42	50,0	67	73,5	92	94,0
18	25,0	43	51,0	68	74,5	93	94,5
19	26,0	44	52,0	69	75,5	94	95,0
20	27,0	45	53,0	70	76,5	95	96,0
21	28,0	46	54,0	71	77,0	96	96,5
22	29,5	47	55,0	72	78,0	97	97,5
23	30,5	48	56,0	73	79,0	98	98,0
24	31,5	49	57,0	74	80,0	99	99,0
25	32,5	50	58,0	75	80,5	100	100,0

Tabla A17: dimensiones de conducto, área de la sección, diámetro equivalente y tipo de conducto (fuente tabla 6 manual Carrier)

TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIÁMETRO EQUIVALENTE, Y TIPO DE CONDUCTO *

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	150	200	250	300	350	400	450	500	550
	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)	Sec. (m²)
	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)	Diám. equiv. (mm)
250	0,038 213	0,048 249	0,06 287						
300	0,042 231	0,057 272	0,071 302	0,087 333					
350	0,048 249	0,067 292	0,084 329	0,103 361	0,119 389				
400	0,055 264	0,075 308	0,094 349	0,115 384	0,134 414	0,154 445			
450	0,061 280	0,084 328	0,108 369	0,129 407	0,151 439	0,173 470	0,196 501		
500	0,067 292	0,092 343	0,117 384	0,142 427	0,168 460	0,192 496	0,216 526	0,242 556	
550	0,072 305	0,10 358	0,128 404	0,156 447	0,184 485	0,21 518	0,238 551	0,264 582	0,292 612
600	0,078 315	0,107 371	0,139 422	0,169 465	0,198 503	0,229 541	0,257 574	0,288 607	0,316 639
650	0,082 326	0,115 384	0,149 438	0,182 483	0,214 524	0,246 561	0,278 597	0,31 630	0,341 664
700	0,088 335	0,123 396	0,158 450	0,193 498	0,229 541	0,265 582	0,301 620	0,333 655	0,368 689
750	0,093 346	0,13 409	0,165 455	0,205 514	0,244 559	0,283 602	0,32 640	0,36 677	0,392 711
800	0,099 356	0,137 419	0,173 478	0,218 529	0,26 576	0,301 620	0,341 661	0,381 698	0,418 734
850	0,105 368	0,146 432	0,188 490	0,23 544	0,274 592	0,318 637	0,36 678	0,404 719	0,443 758
900	0,109 374	0,153 442	0,198 504	0,242 558	0,288 607	0,336 655	0,378 696	0,424 735	0,467 775
950	0,113 381	0,16 452	0,208 516	0,256 572	0,303 622	0,352 671	0,398 714	0,448 757	0,494 798
1,000	0,118 389	0,167 463	0,216 526	0,267 585	0,318 637	0,368 686	0,418 732	0,469 775	0,517 815
1,050	0,123 396	0,172 470	0,225 536	0,276 595	0,33 650	0,384 701	0,436 747	0,492 793	0,54 834
1,100	0,128 404	0,18 480	0,233 545	0,288 607	0,343 662	0,401 716	0,453 762	0,513 810	0,563 852
1,150	0,132 412	0,185 488	0,242 556	0,298 618	0,359 678	0,416 729	0,472 777	0,534 825	0,596 869
1,200	0,137 419	0,193 498	0,25 657	0,31 630	0,373 691	0,43 742	0,491 793	0,553 841	0,611 887
1,250		0,198 506	0,26 577	0,32 641	0,384 701	0,448 757	0,51 808	0,573 856	0,633 893
1,300		0,205 514	0,27 597	0,33 651	0,398 714	0,463 770	0,53 824	0,594 871	0,656 915
1,350		0,212 521	0,276 595	0,343 664	0,41 724	0,478 782	0,546 836	0,614 895	0,678 935
1,400		0,218 531	0,288 605	0,354 674	0,422 734	0,492 793	0,563 849	0,635 902	0,702 951
1,450		0,225 536	0,295 615	0,365 684	0,434 744	0,507 805	0,58 862	0,654 915	0,724 965
1,500		0,237 544	0,303 622	0,376 694	0,448 755	0,523 519	0,602 876	0,673 927	0,747 983
1,600		0,244 559	0,32 640	0,392 709	0,472 778	0,548 814	0,638 902	0,714 955	0,791 1,008
1,700			0,336 655	0,415 729	0,497 798	0,58 862	0,665 923	0,762 981	0,838 1,034
1,800			0,355 674	0,436 746	0,527 820	0,61 885	0,697 945	0,788 1,004	0,876 1,053
1,900			0,38 696	0,454 762	0,543 834	0,632 900	0,735 971	0,824 1,029	0,923 1,088
2,000			0,384 701	0,478 782	0,57 854	0,67 925	0,766 991	0,853 1,052	0,961 1,113
2,100				0,502 800	0,594 875	0,698 948	0,792 1,008	0,9 1,075	0,998 1,133
2,200				0,517 813	0,615 887	0,73 968	0,827 1,030	0,934 1,095	1,035 1,152
2,300				0,535 828	0,64 905	0,753 982	0,868 1,055	0,962 1,113	1,061 1,177
2,400				0,546 839	0,65 920	0,778 996	0,899 1,070	0,999 1,130	1,118 1,200
2,500					0,685 937	0,787 1,020	0,907 1,080	1,045 1,155	1,138 1,210
2,600					0,704 951	0,824 1,030	0,94 1,105	1,072 1,172	1,202 1,240
2,700					0,731 968	0,852 1,045	0,952 1,119	1,11 1,194	1,238 1,261
2,800					0,76 981	0,88 1,063	1,005 1,135	1,138 1,205	1,275 1,278
2,900						0,908 1,078	1,040 1,138	1,165 1,222	1,32 1,303
3,000						0,925 1,090	1,061 1,158	1,21 1,248	1,33 1,308
3,100						0,94 1,105	1,1 1,185	1,238 1,260	1,387 1,391
3,200						0,963 1,120	1,12 1,197	1,277 1,279	1,432 1,353
3,300							1,156 1,216	1,302 1,282	1,46 1,368
3,400							1,185 1,231	1,334 1,310	1,498 1,380
3,500							1,22 1,241	1,352 1,321	1,525 1,397
3,600							1,23 1,252	1,397 1,344	1,551 1,414

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

Tabla A18: Rozamiento en codos rectangulares (fuente tabla 12 del manual Carrier)

TABLA 12. ROZAMIENTO EN CODOS RECTANGULARES





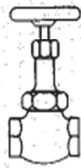
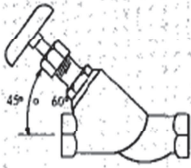




DIMENSIONES DEL CONDUCTO (cm)		CODO DE RADIO SIN GUÍAS	CODO DE RADIO CON GUÍAS ***		CODOS CUADRADOS ***	
						
W	D	Relación de radio ** R/D = 1,25	R _t = 150 mm (Recomendado)	R _t = 75 mm (Aceptable)	Guías cambio dirección Doble espesor	Guías cambio dirección Simple espesor
LONGITUD ADICIONAL EQUIVALENTE DE CONDUCTO RECTO (METROS)						
240	120	9,22	13,40	12,60	11,80	17,70
	90	7,38	10,82	9,22	8,85	13,40
	75	6,51	9,22	11	7,30	10,95
	60	5,65	8,84	8,36	5,90	8,85
	50	4,87	8,23	7,30	5	7,30
180	120	8,26	13,04	11,92	10,45	17,70
	90	6,90	9,80	8,65	8,56	13,40
	75	6,20	8,40	7,80	7,43	10,95
	60	5,06	6,48	7,31	6,33	8,85
	50	4,42	6,76	5,75	5,31	7,30
150	120	8	12,17	11,43	9,74	17,70
	90	6,51	9,10	8,08	8,56	13,40
	75	6,65	7,80	7,20	6,88	10,95
	60	4,77	8,08	7,75	5,98	8,85
	50	4,18	6,44	6,17	5,01	7,30
120	120	8	12,17	11,43	9,74	17,70
	90	6,51	9,10	8,08	8,56	13,40
	75	6,65	7,80	7,20	6,88	10,95
	60	4,77	8,08	7,75	5,98	8,85
	50	4,18	6,44	6,17	5,01	7,30
105	105	6,81	8,23	7,87	7,17	15,55
	90	5,90	7,05	6,31	6,56	13,40
	75	5,03	6,30	7,74	5,92	10,95
	60	4,42	6,26	5,64	4,76	8,85
	50	3,87	5,28	4,70	4,18	7,30
90	180	10,04	8,04	8,69	5,90	13,40
	90	6,60	6,59	6,64	5,28	10,95
	75	4,79	5,70	6,47	4,42	8,85
	60	4,14	5,95	4,42	3,80	7,30
	50	3,63	5,03	3,62	3,25	5,95
80	80	5,00	5,53	5,10	5,09	11,98
	75	4,76	5,45	5,20	5,03	10,95
	60	4,11	5,89	5,00	4,39	8,85
	50	3,54	4,87	4,18	3,56	7,30
	40	2,96	3,52	3,58	3,19	5,95
v	30	2,33		3,61	2,33	4,50
	25	2,08		2,68	2,08	3,56
	20	1,72		2,38	1,72	2,98

Tabla A19: *Perdidas de carga en válvulas* (fuente Manual Carrier, 1992)

DIÁMETRO EXTERIOR		60°-Y		45°-Y	VÁLVULAS DE COMPUERTA		VÁLVULAS DE RETENCIÓN	
ACERO	COBRE	ESFÉRICAS **			ANGULARES **	*****	OSCILANTE ***	DE CIERRE VERTICAL (horizontal de retención)
								
17,2	1/2	5,1	2,4	1,8	1,8	0,18	1,5	RECTAS COMO GRIFOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****
21,3	5/8	5,4	2,7	2,1	2,1	0,21	1,8	
26,9	7/8	6,6	3,3	2,7	2,7	0,27	2,4	
33,7	1 1/8	8,7	4,6	3,6	3,6	0,30	3,6	
42,4	1 3/8	11,4	6,1	4,6	4,6	0,46	4,2	ANGULARES COMO GRIFOS DE VÁLVULA ANGULARES
48,3	1 5/8	12,6	7,3	5,4	5,4	0,54	4,8	
60,3	2 1/8	16,5	9,1	7,3	7,3	0,70	6,1	
73	2 5/8	20,7	10,7	8,7	8,7	0,85	7,6	
88,9	3 1/8	25,2	13,1	10,7	10,7	0,98	9,1	
101,6	3 5/8	30,5	15,2	12,5	12,5	1,2	10,7	
114,3	4 1/8	36,8	17,7	14,6	14,6	1,4	12,2	
141,3	5 1/8	42,6	21,6	17,7	17,7	1,8	15,3	
168,3	6 1/8	52,0	26,8	21,4	21,4	2,1	18,3	
219,1	8 1/8	67,1	35,1	26,0	26,0	2,7	24,4	
273	-	85,4	44,2	32,0	32,0	3,6	30,5	
323,9	-	97,5	50,4	40,0	40,0	3,9	36,6	
355,6	-	109,9	56,5	47,4	47,4	4,6	41,2	
406,4	-	125,0	64,0	55,0	55,0	5,1	45,8	
457,2	-	140,1	73,1	61,1	61,1	5,7	50,4	
508	-	158,5	84,0	71,6	71,6	6,6	61,0	
609,6	-	186	97,5	81,0	81,0	7,5	73,2	

* Valores correspondientes a la posición de apertura total.

** Estos valores no se aplican a las válvulas de aguja.








*** Estos valores se aplican también a las válvulas de retención rectas con obturador esférico.





**** Para válvulas de retención inclinadas, cuyo diámetro de orificio es igual al del tubo, tomar los valores correspondientes a las válvulas con tija inclinada 60°.

***** Las válvulas de macho presentan la misma pérdida de carga, en la posición de apertura total, que las de paso directo.

Tabla A20: Pérdidas de carga de los codos y T expresada en longitudes equivalente de tubo (fuente tabla 11 Manual Carrier)

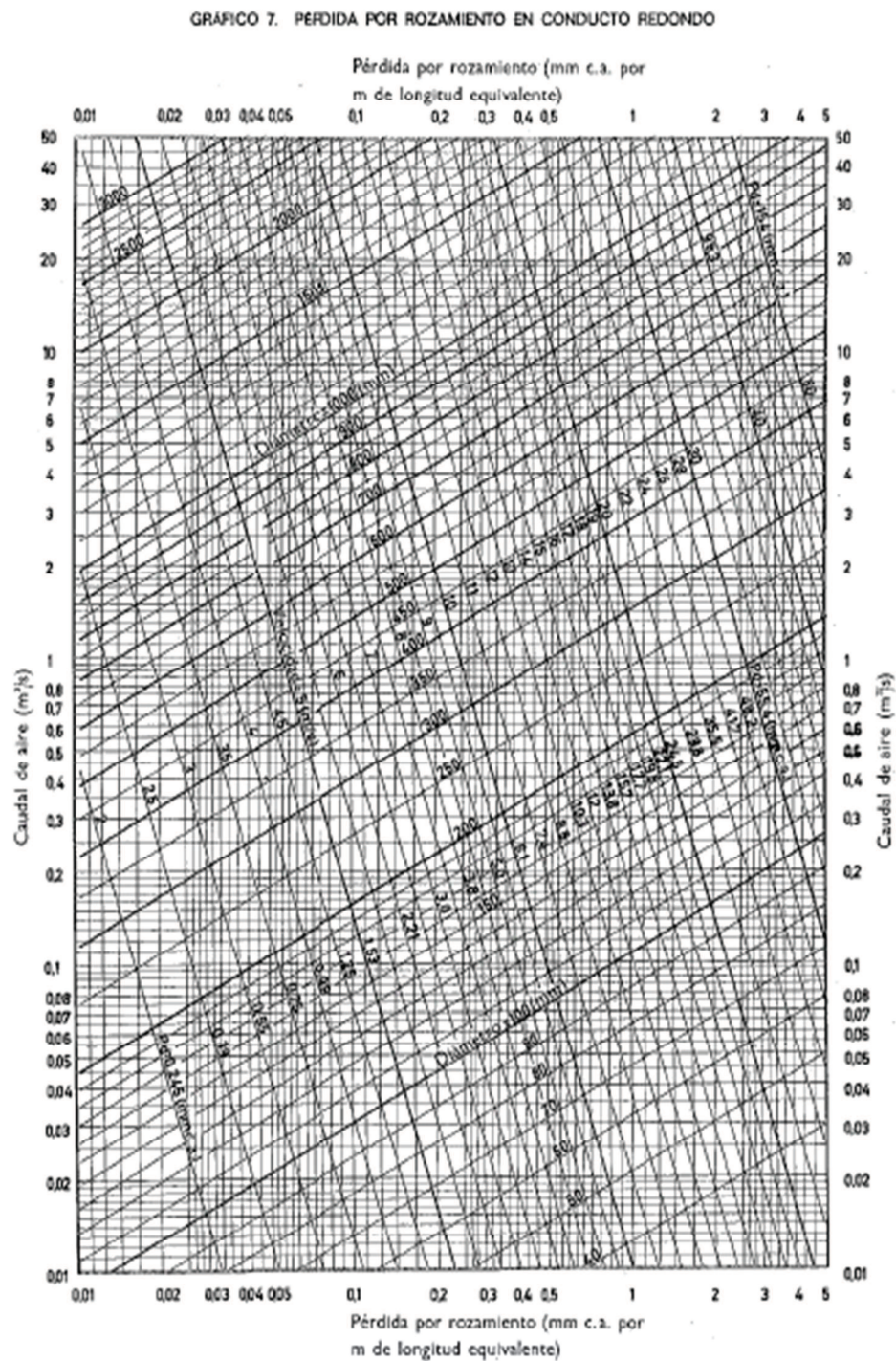
TABLA 11. PÉRDIDAS DE CARGA DE LOS CODOS Y «T» EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)
Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

DIÁMETRO EXTERIOR		CODOS						T			
Acero	Cobre	Radio pequeño 90° *	Radio grande 90° **	Macho Hembra 90° *	Radio pequeño 45° *	Macho Hembra 45° *	Radio pequeño 180° *	Cambio de dirección	PASO DIRECTO		
									Sin reducción	Reducción 1/4	Reducción 1/2
17,2	1/2	0,42	0,27	0,70	0,21	0,33	0,70	0,82	0,27	0,36	0,42
21,3	5/8	0,48	0,30	0,76	0,24	0,40	0,76	0,91	0,30	0,43	0,48
26,9	7/8	0,61	0,42	0,98	0,27	0,49	0,98	1,2	0,42	0,58	0,61
33,7	1 1/8	0,79	0,51	1,2	0,39	0,64	1,2	1,5	0,51	0,70	0,79
42,4	1 3/8	1,0	0,70	1,7	0,51	0,91	1,7	2,1	0,70	0,95	1,0
48,3	1 5/8	1,2	0,80	1,9	0,64	1,0	1,9	2,4	0,80	1,1	1,2
60,3	2 1/8	1,5	1,0	2,5	0,79	1,4	2,5	3,0	1,0	1,4	1,5
73	2 5/8	1,8	1,2	3,0	0,98	1,6	3,0	3,6	1,2	1,7	1,8
88,9	3 1/8	2,3	1,5	3,6	1,2	2,0	3,6	4,6	1,5	2,1	2,3
101,6	3 5/8	2,7	1,8	4,6	1,4	2,2	4,6	5,4	1,8	2,4	2,7
114,3	4 1/8	3,0	2,0	5,1	1,6	2,6	5,1	6,4	2,0	2,7	3,0
141,3	5 1/8	4,0	2,5	6,4	2,0	3,3	6,4	7,6	2,5	3,6	4,0
168,3	6 1/8	4,9	3,0	7,6	2,4	4,0	7,6	9,1	3,0	4,2	4,8
219,1	8 1/8	6,1	4,0	-	3,0	-	10,4	10,7	4,0	5,4	6,1
273	-	7,7	4,9	-	4,0	-	12,8	15,2	4,9	7,0	7,6
323,9	-	9,1	5,8	-	4,9	-	15,3	18,3	5,8	7,9	9,1
355,6	-	10,4	7,0	-	5,4	-	16,8	20,7	7,0	9,1	10,4
406,4	-	11,6	7,9	-	6,1	-	18,9	23,8	7,9	10,7	11,6
457,2	-	12,8	8,8	-	7,0	-	21,4	26,0	8,8	12,2	12,8
508	-	15,3	10,4	-	7,9	-	24,7	30,5	10,4	13,4	15,2
609,6	-	18,3	12,2	-	9,1	-	28,8	35,0	12,2	15,2	18,3

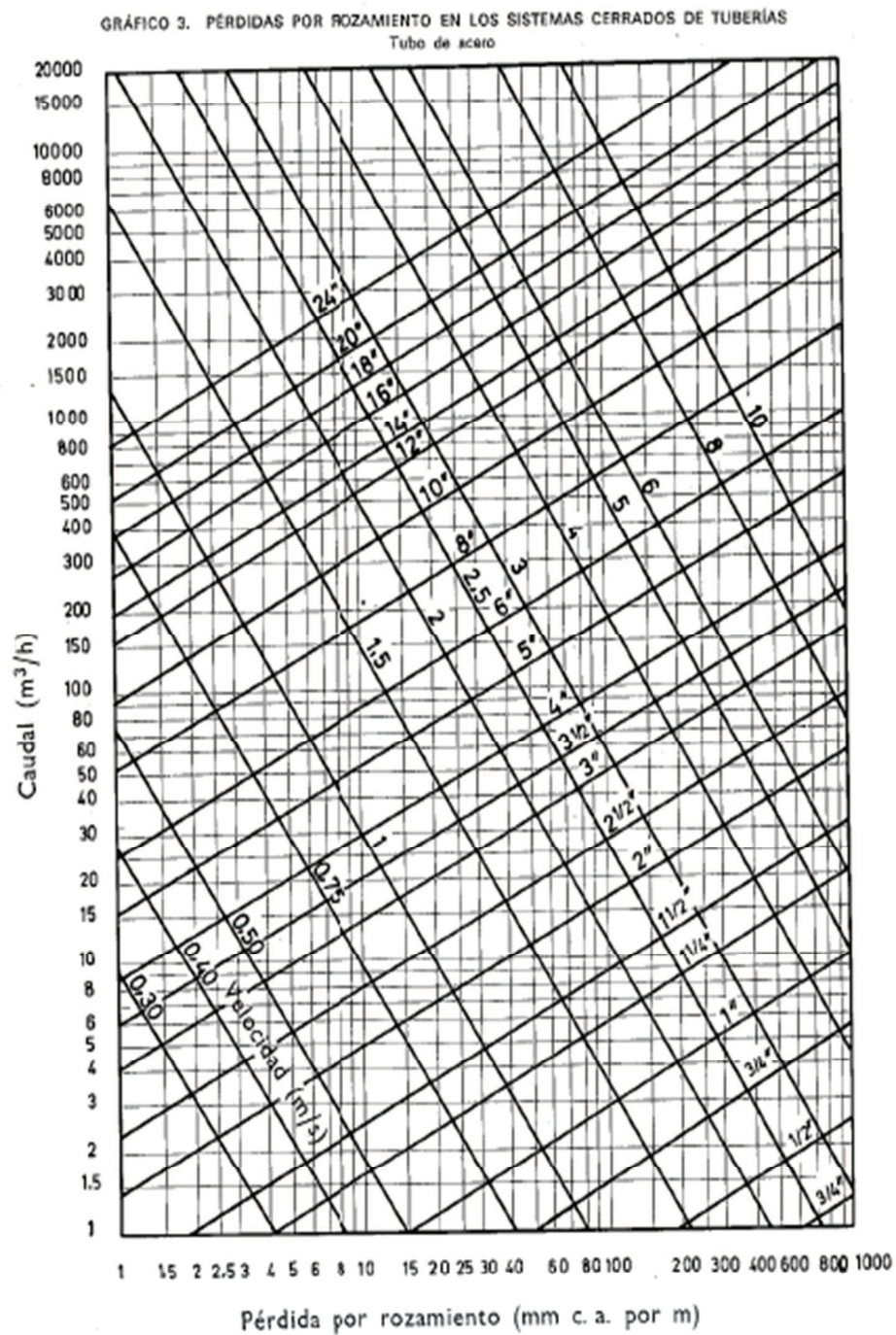
DIÁMETRO EXTERIOR		CODOS ANGULARES			
Acero	Cobre	90°	60°	45°	30°
					
17,2	1/2	0,82	0,33	0,18	0,09
21,3	5/8	0,91	0,40	0,21	0,12
26,9	7/8	1,2	0,49	0,27	0,15
33,7	1 1/8	1,5	0,64	0,30	0,21
42,4	1 3/8	2,1	0,91	0,46	0,27
48,3	1 5/8	2,4	1,0	0,54	0,33
60,3	2 1/8	3,0	1,4	0,70	0,39
73	2 5/8	3,6	1,6	0,85	0,51
88,9	3 1/8	4,6	2,0	0,98	0,61
101,6	3 5/8	5,4	2,2	1,2	0,73
114,3	4 1/8	6,4	2,6	1,4	0,82
141,3	5 1/8	7,6	3,3	1,8	0,98
168,3	6 1/8	9,1	4,0	2,1	1,2
219,1	8 1/8	10,7	5,2	2,7	1,5
273	-	15,2	6,4	3,6	2,2
323,9	-	18,3	7,6	3,9	2,4
355,6	-	20,7	8,9	4,6	2,7
406,4	-	23,8	9,5	5,1	3,0
457,2	-	26,0	11,3	5,7	3,3
508	-	30,5	12,5	6,6	3,9
609,6	-	35,0	14,9	7,5	4,8

* R/D sensiblemente igual a 1.
** R/D sensiblemente igual a 1,5.

Gráfico A1. Pérdidas de carga por rozamiento en conducto redondo (fuente gráfico 7 manual Carrier)



Gráfica A2: Pérdidas por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de acero
(fuente gráfico 3 Manual Carrier)



VOLUMEN B: METODOLOGIA DE CALCULO

INDICE

1. MÉTODOS DE CÁLCULO DE LOS PARAMETROS DE LA DEMANDA

1.1. Cerramientos en contacto con el exterior.....	3
1.2 Cerramientos en contacto con el terreno.....	4
1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables.....	5
1.4 Huecos y lucernarios.....	8

2. MÉTODO DE CÁLCULO DE CONDENSACIONES

2.1 Condensaciones intersticiales.....	9
2.1.1. Cálculo de la distribución de temperatura.....	9
2.1.2 Cálculo de la distribución de la presión de saturación de vapor.....	10
2.2. Condensaciones superficiales.....	12

3. DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN TERMICA

3.1. Método de cálculo.....	14
3.1.1 .Cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria.....	20
3.1.1.1. Cálculos de la demanda de agua caliente sanitaria de nuestro edificio.....	23
3.1.2. Factor de cobertura solar de la instalación.....	24
3.1.2.1. Zona climática donde se ubica el edificio.....	24
3.1.2.2. Consumos diarios de ACS.....	25
3.1.2.3. Energía auxiliar.....	25
3.1.2.4. Cálculos de la contribución solar mínima de nuestro edificio.....	26
3.1.3. Obtención de la radiación solar mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores.....	26
3.1.3.1. Obtención de la energía incidente diaria por metro cuadrado, H, en la superficie horizontal	30
3.1.3.2. Determinación de la latitud de la ubicación de la instalación.....	30
3.1.3.3. Determinación de los coeficientes, k, asociados a la inclinación de los paneles y latitud del emplazamiento.....	31
3.1.3.4. Obtención de la energía mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores.....	32
3.1.3.5. Pérdidas de la instalación.....	33

3.1.3.5.1 .Pérdidas por inclinación y orientación.....	34
3.1.4. Determinación de la curva de rendimiento del captador solar utilizado.....	37
3.1.5. Estimación de la superficie de captación necesaria, S_c	37
3.1.6. Cálculo del parámetro D_1	38
3.1.7. Cálculo del volumen del acumulador.....	38
3.1.8. Cálculo del parámetro D_2	38
3.1.9. Determinación del coeficiente de cobertura mensual, f	39
3.1.10. Valoración de la cobertura solar mensual.....	39
3.1.11. Valoración de la cobertura solar anual, F	39
3.2. Sistema de intercambio.....	41
3.3. Circuito hidráulico.....	41
3.4. Sistema de control y medida.....	42

1 .METODO CALCULO PARAMETROS DEMANDA

1.1 .Cerramientos en contacto con el aire exterior.

En este grupo se incluirán todas las fachadas exteriores del edificio y la cubierta del mismo.

La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{RT}$$

Siendo:

RT la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W].

La resistencia térmica total RT de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Dónde:

R_{si} y R_{se} son las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W]

R₁, R₂...R_n son las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión siguiente [m² K/W];

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo

e : el espesor de la capa [m].

λ : la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].



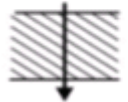
posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo ascendente		0,04	0,10
cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Tabla E.1 de la sección HE 1

1.2 .Cerramientos en contacto con el terreno

Nuestro edificio solo contará con suelos en contacto con el terreno.

Para el cálculo de la transmitancia U_s (W/m²K) se consideran en este apartado:

CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;

CASO 2 soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

CASO 1

La transmitancia térmica U_s (W/m²K) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la anterior expresión y la longitud característica B' de la solera o losa.

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

Siendo

P la longitud del perímetro de la solera [m];

A el área de la solera [m²].

B'	R _s	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R _s (m ² K/W)					R _s (m ² K/W)					R _s (m ² K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla E.3 Transmitancia térmica U_s en W/m² K

Como la solera de nuestro edificio no posee aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna R_a = 0 m² K/ W en función de su longitud característica B'.

1.3 .Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

Para el cálculo de la transmitancia U (W/m²K) se consideran en este apartado el caso de cualquier *partición interior* en contacto con un *espacio no habitable* que a su vez esté en contacto con el exterior

La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \cdot b$$

Siendo

U_p: la transmitancia térmica de la *partición interior* en contacto con el *espacio no habitable*, calculada como la inversa de las resistencias de las distintas capas que forman la partición, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [m² K/W];


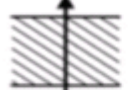
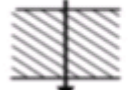
posición de partición interior y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,13	0,13
particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo ascendente		0,10	0,10
particiones interiores horizontales y flujo descendente		0,17	0,17

Tabla E.6 de la sección HE 1

b : el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al *espacio no habitable*) obtenido por la tabla E.7 para los casos concretos que se citan.

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} -Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
$0.25 \leq 0.50$	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
$0.50 \leq 0.75$	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
$0.75 \leq 1.00$	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
$1.00 \leq 1.25$	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
$1.25 \leq 2.00$	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
$2.00 \leq 2.50$	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
$2.50 \leq 3.00$	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

NOTA: El subíndice *ue* se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior; El subíndice *iu* se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable

(Tabla E.7 de la sección HE 1)

Para trabajar con la tabla E.7 se necesita obtener tres parámetros:

- **Situación del aislamiento térmico:** es la posición del aislamiento situado en el conjunto de los espacios habitables en contacto con espacios no habitables. Se pueden dar tres situaciones:

- Espacio no habitable sin aislar, espacio habitable aislado (como es nuestro caso)



- Espacios sin aislar



- Espacio no habitable aislado, espacio habitable sin aislar



- **Grado de ventilación del espacio no habitable:** su clasificación depende de la tasa de renovación de aire, que se obtiene en la tabla E.8.

Nivel de estanqueidad		h^{-1}
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3	Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

Tabla E.8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h^{-1})

A partir del nivel de estanqueidad se distinguen dos casos:

Caso 1: espacio ligeramente ventilado (nivel de estanqueidad 1, 2 ó 3). para nuestros espacios no habitables se considerará nivel de estanqueidad 3.

Caso 2: espacio muy ventilado (nivel de estanqueidad 4 ó 5)

- **Relación entre las áreas (A_{iu}/A_{ue})** de la partición interior y del cerramiento con el exterior

1.4 .Huecos y lucernarios

En el caso genérico de una ventana se debe considerar tanto la transmitancia térmica asociada al vidrio como la del marco mediante la siguiente expresión:

$$U_h = (1-FM) \cdot U_v + FM \cdot U_m$$

Siendo

U_v : la transmitancia térmica de la parte semitransparente [W/m²K];

U_m : la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [W/m² K];

FM: la fracción del hueco ocupada por el marco.

Factor solar modificado de huecos y lucernarios

Un parámetro que debe verificarse en huecos es la limitación del denominado *factor solar* modificado del hueco, FH, y del lucernario, FL. Este factor depende de la existencia de sombras proyectadas por elementos constructivos de las fachadas y es importante a efectos de limitar la demanda energética en el ciclo de refrigeración. Se obtiene según la siguiente expresión:

$$F_H = F_s \left[(1-FM) g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha \right]$$

FM la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;

g_{\perp} : factor solar del vidrio. Es la relación entre energía solar que entra en el vidrio incidiendo en dirección normal y la que entraría si el vidrio fuera perfectamente transparente. Se obtiene en catálogos de materiales o mediante el procedimiento de la norma UNE EN 410:1998.

U_m : la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [W/ m² K];

F_s , es el factor de sombra del hueco que depende de la orientación de la fachada y de las dimensiones geométricas del obstáculo de la fachada. Se consulta en tablas (Nuestro edificio no dispone inicialmente, se considerará igual a 1,)

α : la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,2
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

2. METODO DE CALCULO DE CONDENSACIONES

2.1 condensaciones intersticiales

El procedimiento para comprobar la existencia de posibles condensaciones en el interior de los cerramientos consta de los siguientes pasos:

2.1.1. Cálculo de la distribución de temperaturas

En primer lugar se calcula resistencia térmica de cada una de las capas que forman el cerramiento y, a continuación, la resistencia total considerando las resistencias superficiales de la pared interior y exterior.

$$R_T = R_{se} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{si}$$

A continuación se obtienen las diferentes temperaturas mediante las siguientes expresiones:

❖ temperatura de la pared exterior del cerramiento

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T}(\theta_i - \theta_e)$$

Siendo:

R_{se} : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior (m^2K/W)

R_T : resistencia térmica total del componente constructivo (m^2K/W)

θ_i : temperatura del espacio interior .Se considerarán 20°C

θ_e : temperatura exterior media del mes de enero de Madrid(°C)

θ_{se} : temperatura de la superficie exterior del cerramiento (°C)

❖ **temperatura de cada capa del cerramiento:**

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

Siendo

θ_{se} : la temperatura de la superficie exterior del cerramiento [$^{\circ}\text{C}$].

$\theta_{1,2,\dots,n}$: la temperatura de la capa interna del cerramiento interior [$^{\circ}\text{C}$].

θ_i la temperatura del espacio interior. Se considerarán 20°C .

R_T : la resistencia térmica total del componente constructivo [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

R_{Si} : la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

❖ **Temperatura de la pared interior del cerramiento**

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T}(\theta_i - \theta_e)$$

Siendo

θ_{si} : la temperatura de la superficie interior del cerramiento [$^{\circ}\text{C}$].

θ_n : la temperatura de la capa interna del cerramiento más próxima a la pared interior

θ_i : la temperatura del espacio interior. Se considerarán 20°C .

R_T : la resistencia térmica total del componente constructivo [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

R_{si} : la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

2.1.2.Cálculo de la distribución de la presión de saturación de vapor

La presión de vapor es la correspondiente a la temperatura de rocío del vapor de agua disuelto en el aire.

Se calcula según las siguientes expresiones:

- Si la temperatura(θ) es mayor o igual a 0 °C : $P_{\text{sat}} = 610,5 \times e^{\frac{17,269 \times \theta}{237,3 + \theta}}$
- Si la temperatura(θ) es menor a 0 °C : $P_{\text{sat}} = 610,5 \times e^{\frac{21,976 \times \theta}{265,5 + \theta}}$

1. distribución de la presión de vapor

En este paso se calcula capa a capa la presión de vapor del aire. Para ello, se seguirá la siguiente secuencia:

Presión de vapor del aire exterior: se calculará a partir de la siguiente expresión.

$$P_e = \Phi_e \times P_{\text{sat}}(\Phi_e)$$

Dónde:

Φ_e = humedad relativa del mes de enero de la localidad considerada según la tabla del anexo G de la sección HE1-CTE (Tabla A2 de los Anexos Volumen A).

$P_{\text{sat}}(\Phi_e)$ = presión de saturación para la temperatura media del mes de enero de la localidad considerada según la tabla del anexo G de la sección HE1-CTE (Tabla A2 de los Anexos Volumen A).

Presión vapor en el interior del edificio: se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$P_i = \Phi_i \times P_{\text{sat}}(\Phi_i)$$

Φ_i = humedad relativa del interior del edificio. Dependerá de la clase higrométrica en la que estén clasificados los espacios; clase de higrometría 3 o inferior: 55%.

$P_{\text{sat}}(\Phi_i)$ presión de saturación para la temperatura interior del edificio, se considerarán 20 °C.

Presión de vapor de las capas interiores: se calculará a partir de las siguientes ecuaciones:

$$P_1 = P_e + \frac{Sd_1}{\sum Sd_n} (P_i - P_e)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{Sd_2}{\sum Sd_n} (P_i - P_e)$$

Donde

P_i : Presión vapor en el interior del edificio.

P_e : Presión de vapor del aire exterior.

P_n : Presión de vapor en la capa n.

S_{dn} : espesor (m) de aire equivalente de la capa n a la difusión del vapor de agua, según la siguiente expresión:

$$S_{dn} = e_n \times \mu_n$$

μ_n factor de resistencia a la difusión del vapor de agua. Se obtiene generalmente del catálogo de materiales.

e_n : espesor de la capa en m.

2. comparaciones de las presiones de vapor

Una vez obtenidas las presiones de saturación de vapor y las presiones parciales que corresponden a cada capa, se debe verificar que la siguiente relación no se cumple para afirmar que no existe riesgo de aparición de condensaciones:

$$P_{vap} > P_{sat}$$

P_{vap} : presión vapor del aire intersticial en cada capa.

P_{sat} de saturación del aire en la capa correspondiente

2.2 condensaciones superficiales

Para verificar que no se producen condensaciones en las paredes interiores de los cerramientos se debe verificar la siguiente relación:

$$f_{Rsi} > f_{Rsi, \min}$$

f_{Rsi} es el factor de temperatura de la superficie interior:

$$f_{Rsi} = 1 - 0,25 U$$

Donde U es la transmitancia térmica del cerramiento.

$f_{Rsi,min}$ es el factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable. Se calcula de la siguiente forma:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Siendo

θ_e = la temperatura de la localidad en el mes de enero.

$\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 \log e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}$$

P_{sat} = es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión [Pa]:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8}$$

P_i = es la presión del vapor interior obtenida de la siguiente expresión [Pa].

$$P_i = \Phi_i * 1337$$

3. DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN TÉRMICA

Para el cálculo y dimensionado de una instalación térmica nos basaremos en la sección HE4 -CTE *contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*. Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

Otro documento de referencia muy importante, pero no de obligado cumplimiento, es el *Pliego de condiciones de instalaciones de baja temperatura* (IDAE, versión 2009).

Dimensionar una instalación solar implica obtener el número de colectores o paneles solares necesarios para satisfacer la demanda de un edificio.

Para determinar el número de colectores es preciso seguir una metodología que permita proporcionar la superficie útil de captación que permita satisfacer la cobertura mínima de energía solar que exija la normativa.

La secuencia para el dimensionado de la instalación solar será:

- Cálculo de la demanda energética total del edificio.
- Factor de cobertura solar de la instalación en función del tipo de energía auxiliar convencional empleada
- Energía solar que se puede captar potencialmente de la ubicación del edificio (localidad) y de la inclinación de los paneles. En este apartado deberán determinarse también las posibles pérdidas por sombra y orientación de los paneles.
- Obtención de la superficie útil de captación necesaria.
- Verificación del porcentaje de cobertura solar satisfecho en función de lo exigido por la normativa. En caso de no alcanzarse el objetivo marcado deberá repetirse el procedimiento utilizando otro tipo de paneles o variando la colocación de los mismos.

3.1 Método de cálculo

Una vez determinada la demanda y la cobertura solar mínima exigida normativamente, se debe obtener la superficie captadora que garantice dicha aportación.

Existen diversos métodos de cálculo reconocidos para conseguir la superficie necesaria. En este apartado se desarrollará el denominado **f-chart**, uno de los más utilizados y además el recomendado por el *Pliego de condiciones técnicas* del IDAE.

La secuencia para el cálculo es la siguiente:

1. Obtención de la energía destinada para el calentamiento del agua caliente sanitaria o de la calefacción y de la cobertura mínima que debe proporcionar la instalación solar.
2. Obtención de la radiación solar mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores

$$H_{mes} = n \times k \times H_{día}$$

H_{mes} = radiación solar incidente en la superficie de los colectores por m^2 durante el mes considerado. Se expresará en kWh/ m^2 .

$H_{día}$ = radiación solar incidente diaria sobre el plano horizontal. Se expresará en kWh/ m^2 .

n = número de días del mes.

k = coeficiente de corrección por la inclinación del panel.

La sección HE4 recomienda que los colectores dispongan de las siguientes inclinaciones en función del perfil de uso de la instalación.

“Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10º.
- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10º”.

También sería necesario considerar las pérdidas asociadas a la inclinación del panel, su orientación respecto al azimut y la posible presencia de sombras en algún momento del año.

3. Determinación de la curva de rendimiento del captador solar utilizado.

Se obtiene a partir del catálogo comercial. La curva del rendimiento se compone de dos sumandos:

$$\mu = a - bT$$

Donde

a = factor de eficiencia óptica, considera el rendimiento del colector teniendo en cuenta solo las pérdidas ópticas. Es el mayor rendimiento que puede alcanzar.

b = coeficiente global de pérdidas, también denominado U_o , en W/m^2K .

4. Estimación de la superficie de captación necesaria, S_c .

Para comenzar el cálculo de la cobertura con el método f-char es preciso aventurar un valor inicial de superficie captadora. Se suele obtener dividiendo el caudal diario del edificio por 70 (70 l/m^2).

5. Cálculo del parámetro $D1$.

El parámetro $D1$ expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del colector y la demanda energética mensual:

$D1$ = energía absorbida por el colector/demanda energética mensual.

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c \bar{F}_r (\tau\alpha) R_1 N$$

Donde

S_c = superficie del captador en m^2 .

R_1 = radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (kJ/m^2).

N = número de días del mes.

$F_r (\tau\alpha)$ = factor adimensional que viene dado por la siguiente expresión:

$$\bar{F}_r (\tau\alpha) = F_r (\tau\alpha)_n \left[(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n \right] (F_r / F_r)$$

Dónde:

$F_r (\tau\alpha)_n$ = factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador.

$(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n$ = modificador del ángulo de incidencia. En general, se puede tomar constante: 0,96 (superficie transparente sencilla) o 0,94 (superficie transparente doble).

(F_r / F_r) = factor de corrección del conjunto captador intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95.

El valor de D1 debe estar comprendido entre 0 y 3. Si el valor obtenido está fuera del rango, debe replantearse la superficie de captación propuesta y volver a recalcular.

$$0 < D1 < 3$$

6. Cálculo del volumen del acumulador.

Según la sección HE4, deberá cumplirse la relación:

$$50 < V/A < 180$$

Dónde:

V: volumen de acumulación en litros.

A: superficie de captación en m².

Se recomienda $V = 75 \times A$.

7. Cálculo del parámetro D2.

El parámetro D2 expresa la relación entre las pérdidas de energía en el colector, para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual:

D2 = energía perdida por el captador/Carga calorífica mensual.

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión

$$E_p = S_c F_r U_L (100 - t_a) \Delta t K_1 K_2$$

Donde

S_c = superficie del captador (m²).

$$F_r U_L = F_r U_L (F_r / F_r)$$

Donde

$F_r U_L$ = pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador).

t_a = temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas.

Δt = periodo de tiempo considerado, en horas.

K_1 = factor de corrección por almacenamiento, que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = (\text{kg}_{\text{acumulación}}) / (75S_c)^{-0,25}$$

$$37,5 \leq (\text{kg}_{\text{acumulación}}) / (\text{m}^2 \text{captación}) \leq 300$$

K_2 = factor de corrección para ACS que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = (11,6 + 1,18t_{ac} + 3,86t_r - 2,32t_a) / (100 - t_a)$$

Donde

t_{ac} = temperatura mínima requerida de ACS.

t_r = temperatura del agua de red.

t_a = temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas.

Para estimar la temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas, el IDAE proporciona una tabla de consulta en el *Pliego de condiciones técnicas*.

El valor de D2 debe estar comprendido entre 0 y 18. Si el valor obtenido está fuera del rango, debe replantearse la superficie de captación propuesta y volver a recalcular.

$$0 < D2 < 18$$

Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C. (Fuente: CENSOLAR).

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
4	ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
6	ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
11	CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
12	CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
14	CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19,6
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
17	CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
20	GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
23	GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
26	JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
28	LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30	MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15,6
31	MÁLAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20,7
32	MELILLA	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20,6
33	MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19,3
34	NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14,3
35	ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15,8
36	PALENCIA	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13,8
37	LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	25	26	25	23	21	22,9
38	PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16,6
39	LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15,3
40	SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41	STA. C. DE TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22,8
42	SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13,5
43	SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19,3
44	SORIA	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12,6
45	TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17,9
46	TERUEL	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13,6
47	TOLEDO	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16,9
48	VALENCIA	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18,8
49	VALLADOLID	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13,3
50	VIZCAYA	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15,4
51	ZAMORA	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14,3
52	ZARAGOZA	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16,8

(Fuente: Pliego de condiciones técnicas IDAE)

8. Determinación del coeficiente de cobertura mensual, f.

A partir de los coeficientes D1 y D2 se obtiene la cobertura mensual.

Existen dos posibilidades:

➤ Método gráfico.

Existen gráficas donde el parámetro D1 se encuentra tabulado en las ordenadas, y el D2, en las abscisas. El punto de intersección indica la fracción solar, f.

➤ Método polinómico.

Se aplica la expresión:

$$f = 1,029 D1 - 0,065 D2 - 0,245 D1^2 + 0,0018 D2^2 + 0,0215 D1^3$$

Cada mes lleva asociado un valor de f.

9. Valoración de la cobertura solar mensual.

Se obtiene mes a mes la contribución solar proporcionada por la superficie captadora estimada multiplicando el factor f mensual por la energía demandada por el edificio para dicho periodo.

$$E \text{ solar mensual} = E \text{ mes} \times f \text{ mes}$$

10. Valoración de la cobertura solar anual, F.

El factor F se define como:

$F = \text{energía proporcionada por los colectores anualmente} / \text{demanda anual de energía del edificio.}$

Se realizará el sumatorio de todas las contribuciones solares mensuales y se dividirá para el sumatorio de las demandas mensuales.

El valor obtenido, F, se comparará con el porcentaje exigido por la sección HE4 para la instalación. Si el resultado es inferior a lo exigido, se volverá a recalcular todo considerando una superficie de captación mayor.

3.1.1 .Cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria

El primer paso para dimensionar una instalación solar térmica es determinar la demanda energética que precisará nuestro edificio. La energía necesaria será función del caudal precisado por los usuarios del edificio y del salto térmico entre la

temperatura de acumulación del agua caliente sanitaria (ACS) y de la temperatura del agua de suministro.

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$E = m \times c_e \times (T_{ACS} - T_{AF}) = m \times c_e \times \Delta T$$

Dónde:

E: energía demanda por la instalación de agua caliente sanitaria. Para cálculos de energía solar térmica es recomendable expresar el resultado en kWh.

m: masa del agua caliente. Como se puede considerar una densidad cercana a 1 kg/litro se corresponderá con el caudal demandado.

ce: calor específico del agua 1 kcal/kg °C o 4,18 kJ/kg °C.

TACS: temperatura media de servicio del agua caliente sanitaria.

TAF: temperatura media del agua de suministro de la red.

Para cuantificar el caudal mínimo que precisa la instalación, la sección HE4 proporciona la tabla 3.1. En esta tabla, los caudales de referencia se proporcionan para una temperatura de acumulación de 60 °C y será este caudal y temperatura los que se utilizarán para obtener la demanda energética. Aunque el caudal proporcionado por la tabla 3.1 es diario, la demanda de energía del edificio para ACS, se debe obtener mes a mes. Para ello será necesario:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60°C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por emplazamiento
Camping	40	por cama
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc.)	55	por servicio
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por alumno
Escuelas	3	por servicio
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario

⁽¹⁾ Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Tabla 3.1 de la sección HE4 del Documento Básico Ahorro de Energía del CTE

Determinar el caudal mensual: se multiplicará el caudal diario obtenido a partir de la tabla 3.1 por el número de días del mes. Se deberá considerar el perfil de uso de la instalación, es decir, el nivel de ocupación estimado durante cada mes.

Establecer la temperatura de acumulación: cuanto mayor es la temperatura de acumulación mayores son las pérdidas por radiación en el acumulador y menor es el rendimiento del colector solar. Por defecto se considera una temperatura de acumulación de 60 °C aunque lo más común son temperaturas entre 45°C y 50 °C.

Para temperaturas de acumulación distintas de 60 °C se utilizará la siguiente expresión para obtener el caudal equivalente

$$D(T) = \sum_i^{12} D_i(T)$$
$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

Siendo:

D (T): demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.

D_i (T): demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida.

D_i (60 °C): demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C.

T: temperatura del acumulador final.

T_i: temperatura media del agua fría en el mes i.

Obtener la temperatura mínima media de la red para cada mes del año: el IDAE, a través del *Pliego de condiciones técnicas para solar térmica* proporciona una tabla de referencia.

Tabla 4. Temperatura mínima media del agua de la red general, en °C, obtenida a partir de medidas directas. Los datos han sido agrupados en seis perfiles característicos. (Fuente: CENSOLAR).

Nota: También se podrán tomar en consideración los valores indicados en la norma UNE 94002.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2	ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3	ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4	ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5	ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6	ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7	BADAJOS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8	BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9	BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10	BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11	CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12	CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13	CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14	CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15	CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16	CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17	CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18	LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19	CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20	GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21	GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22	GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23	GUIPÚZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24	HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25	HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26	JAÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27	LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28	LÉRIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29	LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30	MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31	MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32	MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33	MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34	NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35	ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36	PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37	LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38	PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39	LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40	SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41	STA. C. DE TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42	SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43	SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44	SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45	TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46	TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47	TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48	VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49	VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50	VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51	ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52	ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

3.1.1.1. Cálculos de la demanda de agua caliente sanitaria de nuestro edificio

Se calculará la demanda energética mensual y anual que precisa nuestro edificio sabiendo que la ocupación del mismo es de 18 personas y que esta ocupación se mantiene durante todo el año. La acumulación será centralizada y temperatura del acumulador se regulará para que alcance 60 °C.

mes	dias/mes	usuarios	ratio(l/personas)	Qdiario(L/dia)	ocupacion	Qmensual(l/mes)	TACS	TAF	Tacs-Taf	Emensual(kwh)
enero	31	18	3	54	100	1674	60	6	54	104,9598
febrero	28	18	3	54	100	1512	60	7	53	93,0468
marzo	31	18	3	54	100	1674	60	9	51	99,1287
abril	30	18	3	54	100	1620	60	11	49	92,169
mayo	31	18	3	54	100	1674	60	12	48	93,2976
junio	30	18	3	54	100	1620	60	13	47	88,407
julio	31	18	3	54	100	1674	60	14	46	89,4102
agosto	31	18	3	54	100	1674	60	13	47	91,3539
septiembre	30	18	3	54	100	1620	60	12	48	90,288
octubre	31	18	3	54	100	1674	60	11	49	95,2413
noviembre	30	18	3	54	100	1620	60	9	51	95,931
diciembre	31	18	3	54	100	1674	60	6	54	104,9598
									anual	1138,1931

3.1.2. Factor de cobertura solar de la instalación

La sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” prescribe en el apartado 2 el porcentaje de la demanda de energía del edificio destinada al consumo de ACS que la instalación de solar térmica debe satisfacer.

Para ello se tienen en cuenta tres factores:

- Zona climática donde se ubica el edificio.
- Consumo diario de ACS.
- Tipo de energía convencional auxiliar.

3.1.2.1. Zona climática donde se ubica el edificio

La sección distingue cinco zonas climáticas en la península, Baleares y Canarias en función del grado de radiación media anual diaria recibida en la superficie.

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Clasificación de las zonas climáticas en función de la radiación recibida



Distribución de las zonas climáticas según HE4-CTE

3.1.2.2. Consumos diarios de ACS

Se calcula en función del ratio proporcionado en la tabla 3.1, de la temperatura de acumulación y de la ocupación del edificio.

3.1.2.3. Energía auxiliar

Se distinguen dos casos:

Caso general: la energía de apoyo a la instalación se realiza mediante combustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se proporciona la tabla 2.1 del HE4-CTE

Tabla 2.1 Contribución solar mínima en %.Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
>20.000	52	70	70	70	70

Caso efecto joule: la energía de apoyo es electricidad. Se proporciona la tabla 2.2.

Tabla 2.2.contribucion solar mínima en %.caso efecto joule

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

3.1.2.4 Cálculos de la contribución solar mínima de nuestro edificio

Para calcular el porcentaje mínimo de cobertura que debe proporcionar la instalación solar de baja temperatura, según la sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, a nuestro edificio hemos de saber que éste dispone de un termo eléctrico como apoyo al sistema de producción de ACS. La energía demandada es 51092,52 kWh/año, siendo el caudal diario demandado por el edificio 54l/días y éste se encuentra emplazado en la zona climática IV.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Según la tabla 2.1 los colectores solares deberán proporcionar al menos un 70% de la energía demanda total, es decir, unos 764,76kWh, ésta cobertura es una fracción anual. No significa que en todos los meses del año deba conseguirse ese porcentaje de sustitución

3.1.3. Obtención de la radiación solar mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores

Lo primero que debe plantearse para el diseño de una instalación solar es el potencial de energía que podrá aprovechar.

Para ello, deberá valorar los siguientes factores:

- Radiación solar media en la localidad donde se ubica el edificio.
- Inclinação óptima del colector en función del perfil de uso de la instalación.
- Espacio disponible para la colocación de los captadores y de los diferentes elementos necesarios.
- Existencias de obstáculos que pudieran proyectar sombras sobre los captadores solares durante algún periodo del año.
- Distancia de separación entre filas de captadores solares para evitar interferencias.

La energía que recibe una ubicación suele estar tabulada en MJ o kWh por metro cuadrado. Los *Pliegos de condiciones técnicas* del IDAE, documentos básicos de referencia a la hora del dimensionado de una instalación solar, proporcionan una tabla con los valores de energía media incidente perpendicularmente sobre una superficie de un metro cuadrado para cada provincia y mes del año.

La energía incidente, o radiación solar global, se simboliza mediante la letra H.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	4,6	6,9	11,2	13	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2	ALBAFETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3	ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4	ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5	ASTURIAS	5,3	7,7	10,5	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6	ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	26,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7	BADAJOS	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8	BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9	BARCELONA	5,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10	BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11	CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12	CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13	CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3
14	CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
15	CEUTA	8,9	13,1	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6	18,1
16	CIUDAD REAL	7	10,1	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5	15,9
17	CÓRDOBA	7,2	10,1	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9	16,7
18	LA CORUÑA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1	11,5
19	CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5	14,6
20	GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6	13,9
21	GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,5	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1	16,5
22	GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6	15,1
23	GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9
24	HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5	17,6
25	HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1	14,6
26	JAEEN	6,7	10,1	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5	15,9
27	LEON	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8	14,3
28	LÉRIDA	6	9,9	18	18,8	20,9	22,6	23,8	21,3	16,8	12,1	7,2	4,8	15,2
29	LUGO	5,1	7,6	11,7	15,2	17,1	19,5	20,2	18,4	15	9,9	6,2	4,5	12,5
30	MADRID	6,7	10,6	13,6	18,8	20,9	23,5	26	23,1	16,9	11,4	7,5	5,9	15,4
31	MÁLAGA	8,3	12	15,5	18,5	23,2	24,5	26,5	23,2	19	13,6	9,3	8	16,8
32	MELILLA	9,4	12,6	17,2	20,3	23	24,8	24,8	22,6	18,3	14,2	10,9	8,7	17,2
33	MURCIA	10,1	14,8	16,6	20,4	24,2	25,6	27,7	23,5	18,6	13,9	9,8	8,1	17,8
34	NAVARRA	5	7,4	12,3	14,5	17,1	18,9	20,5	18,2	16,2	10,2	6	4,5	12,6
35	ORENSE	4,7	7,3	11,3	14	16,2	17,6	18,3	16,6	14,3	9,4	5,6	4,3	11,6
36	PALENCIA	5,3	9	13,2	17,5	19,7	21,8	24,1	21,6	17,1	10,9	6,6	4,5	14,3
37	LAS PALMAS	11,2	14,2	17,8	19,6	21,7	22,5	24,3	21,9	19,8	15,1	12,3	10,7	17,6
38	PONTEVEDRA	5,5	8,2	13	15,7	17,5	20,4	22	18,9	15,1	11,3	6,8	5,5	13,3
39	LA RIOJA	5,6	8,8	13,7	16,6	19,2	21,4	23,3	20,5	16,2	10,7	6,8	4,8	14
40	SALAMANCA	6,1	9,5	13,5	17,1	19,7	22,8	24,6	22,6	17,5	11,3	7,4	5,2	14,8
41	STA. C. DE TENERIFE	10,7	13,3	18,1	21,5	25,7	26,5	29,3	26,6	21,2	16,2	10,8	9,3	19,1
42	SEGOVIA	5,7	8,8	13,4	18,4	20,4	22,6	25,7	24,9	18,8	11,4	6,8	5,1	15,2
43	SEVILLA	7,3	10,9	14,4	19,2	22,4	24,3	24,9	23	17,9	12,3	8,8	6,9	16
44	SORIA	6,9	8,7	12,8	17,1	19,7	21,8	24,1	22,3	17,5	11,1	7,6	5,6	14,5
45	TARRAGONA	7,3	10,7	14,9	17,6	20,2	22,5	23,8	20,5	16,4	12,3	8,8	6,3	15,1
46	TERUEL	6,1	8,8	12,9	16,7	18,4	20,6	21,8	20,7	16,9	11	7,1	5,3	13,9
47	TOLEDO	6,2	9,5	14	19,3	21	24,4	27,2	24,5	18,1	11,9	7,5	5,6	15,8
48	VALENCIA	7,5	10,6	14,9	18,1	20,6	22,8	23,8	20,7	16,7	12	8,7	6,6	15,3
49	VALLADOLID	5,5	8,8	13,9	17,2	19,9	22,6	25,1	23	18,3	11,2	6,9	4,2	14,7
50	VIZCAYA	5	7,1	10,8	12,7	15,5	16,7	17,9	15,7	13,1	9,3	6	4,6	11,2
51	ZAMORA	5,4	8,9	13,2	17,3	22,2	21,6	23,5	22	17,2	11,1	6,7	4,6	14,5
52	ZARAGOZA	6,3	9,8	15,2	18,3	21,8	24,2	25,1	23,4	18,3	12,1	7,4	5,7	15,6

Energía solar (MJ/m²), H, incidente sobre el plano horizontal en un día medio de cada mes.

Fuente: *Pliegos de condiciones de solar térmica*. IDAE (2009)

Otro aspecto importante para determinar el potencial que ofrece un emplazamiento es conocer la latitud del mismo, puesto que en función de la misma existen unos ángulos de inclinación del panel solar que optimizan el aprovechamiento de la radiación incidente a lo largo del año.

En cualquier instalación solar se puede observar que los paneles no se disponen horizontalmente, sino que adquieren cierta inclinación. El motivo es que el sol varía su recorrido a lo largo del año y presenta diferentes alturas en función del recorrido de la órbita terrestre, ofreciendo la menor altura en el solsticio de invierno y la mayor en el de verano.

Es decir, que el abatimiento vertical del panel solar tendrá como consecuencia un mejor aprovechamiento en los meses con menor radiación en detrimento de los meses con mayor energía incidente. Pero como la radiación, H , es considerablemente más significativa en verano que en invierno la merma provocada no influirá significativamente en el aporte necesario si la instalación está bien dimensionada y sí redundará en un aprovechamiento más significativo en los meses más desfavorables.

Cuando se habla de altura solar se hace referencia al ángulo que presenta la línea que une el emplazamiento y la posición del sol con respecto a la horizontal

La metodología a seguir para determinar la energía incidente en función del ángulo de inclinación del panel será:

- Obtención de la energía incidente diaria por metro cuadrado, H , en la superficie horizontal.
- Determinación de la latitud de la ubicación de la instalación.(obtenida mediante tablas)
- Determinación de los coeficientes, k , asociados a la inclinación de los paneles y latitud del emplazamiento (obtenido mediante tablas).
- Obtención, de la energía mensual, H_{mes} , como producto del número de días del mes, el factor k y la energía solar incidente en un día medio del mes, $H_{día}$.

$$H_{mes} = n \times k \times H_{día}$$

3.1.3.1 Obtención de la energía incidente diaria por metro cuadrado, H , en la superficie horizontal

Según la tabla anterior la energía incidente diaria en cada mes del año es:

mes	días/mes	H(MJ/m ² día)
enero	31	6,7
febrero	28	10,6
marzo	31	13,6
abril	30	18,8
mayo	31	20,9
junio	30	23,5
julio	31	26
agosto	31	23,1
septiembre	30	16,9
octubre	31	11,4
noviembre	30	7,5
diciembre	31	5,9

3.1.3.2 Determinación de la latitud de la ubicación de la instalación

Para ello se recurre a la siguiente tabla Latitud de las capitales de provincia. Fuente: Pliego de condiciones de solar térmica. IDAE (2009)

	Provincia	Altitud (m) (de la capital)	Latitud (°) (de la capital)	Longitud (°) (de la capital)	Temp. mínima histórica (°C)
1	Alava	542	42,9	2,7 W	-18
2	Albacete	686	39,0	1,8 W	-23
3	Alicante	7	38,4	0,5 W	-5
4	Almería	65	36,9	2,4 W	-1
5	Asturias	232	43,4	5,8 W	-11
6	Ávila	1126	40,7	4,9 W	-21
7	Badajoz	186	38,9	7,0 W	-6
8	Baleares	28	39,6	2,6 E	-4
9	Barcelona	95	41,4	2,2 E	-7
10	Burgos	929	42,3	3,7 W	-18
11	Cáceres	459	39,5	6,4 W	-6
12	Cádiz	28	36,5	6,3 W	-2
13	Cantabria	69	43,5	3,8 W	-4
14	Castellón	27	40,0	0	-8
15	Ceuta	206	35,9	5,3 W	-1
16	Ciudad Real	628	39,0	3,9 W	-10
17	Córdoba	128	37,9	4,8 W	-6
18	La Coruña	54	43,4	8,4 W	-9
19	Cuenca	949	40,1	2,1 W	-21
20	Gerona	95	42,0	2,7 E	-11
21	Granada	775	37,2	3,7 W	-13
22	Guadalajara	685	40,6	3,2 W	-14
23	Guipúzcoa	181	43,3	2,0 W	-12
24	Huelva	4	37,3	6,9 W	-6
25	Huesca	488	42,1	0,4 W	-14
26	Jaén	586	37,8	3,8 W	-8
27	León	908	42,6	5,6 W	-18
28	Lérida	323	41,7	1,2 E	-11

29	Lugo	465	43,0	7,6 W	-8
30	Madrid	667	40,4	3,7 W	-16
31	Málaga	40	36,7	4,4 W	-4
32	Melilla	47	35,3	3,0 W	-1
33	Murcia	42	38,0	1,1 W	-5
34	Navarra	449	42,8	1,6 W	-16
35	Orense	139	42,3	7,8 W	-8
36	Palencia	734	42,0	4,5 W	-14
37	Las Palmas	6	28,2	15,4 W	+6
38	Porto	19	42,4	8,6 W	-4
39	La Rioja	380	42,5	2,4 W	-12
40	Salamanca	803	41,0	5,6 W	-16
41	Sta. Cruz de Tenerife	37	28,5	16,2 W	+3
42	Segovia	1002	41,0	4,1 W	-17
43	Sevilla	30	37,4	6,0 W	-6
44	Soria	1063	41,8	2,5 W	-16
45	Tarragona	60	41,1	1,2 E	-7
46	Teruel	915	40,4	1,1 W	-14
47	Toledo	540	39,9	4,0 W	-9
48	Valencia	10	39,5	0,4 W	-8
49	Valladolid	694	41,7	4,7 W	-16
50	Vizcaya	32	43,3	3,0 W	-8
51	Zamora	649	41,5	5,7 W	-14
52	Zaragoza	200	41,7	0,9 W	-11

. Factor de corrección k para superficies inclinadas. Representa el cociente entre energía incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

De la que obtenemos que la latitud para Madrid es de 40,4º

3.1.3.3. Determinación de los coeficientes, k, asociados a la inclinación de los paneles y latitud del emplazamiento

Para el uso de las tablas de los coeficientes K debemos saber la inclinación óptima de los paneles.

Según la sección HE4, para instalaciones solares de baja temperatura se considerará como orientación óptima el sur (azimut 0º) y como inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

Demanda constante anual: la latitud geográfica.

Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 º.

Demanda preferente en verano: la latitud geográfica -10 º.

La mayoría de los soportes fijos comercializados para paneles de energía solar suelen tener una inclinación predeterminada. Para energía solar térmica disponen de una inclinación de 45º.

Por lo que se usará la siguiente tabla donde los valores de K se obtienen en función de la latitud del emplazamiento y la inclinación del panel:

Latitud = 40°

Incli.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,06	1,05	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,08	1,09	1,09
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16
15	1,2	1,16	1,12	1,07	1,03	1,02	1,04	1,08	1,14	1,21	1,25	1,24
20	1,25	1,2	1,14	1,08	1,03	1,02	1,03	1,09	1,17	1,26	1,32	1,3
25	1,3	1,23	1,16	1,08	1,02	1	1,02	1,09	1,19	1,3	1,38	1,36
30	1,34	1,26	1,17	1,07	1,01	0,98	1,01	1,09	1,2	1,34	1,43	1,41
35	1,37	1,28	1,17	1,06	0,98	0,95	0,98	1,07	1,21	1,37	1,47	1,45
40	1,39	1,29	1,16	1,04	0,95	0,92	0,95	1,05	1,21	1,39	1,5	1,48
45	1,4	1,29	1,15	1,01	0,91	0,88	0,92	1,03	1,2	1,39	1,52	1,5
50	1,41	1,28	1,13	0,98	0,87	0,83	0,87	0,99	1,18	1,39	1,54	1,52
55	1,4	1,27	1,1	0,94	0,82	0,78	0,82	0,95	1,15	1,38	1,54	1,52
60	1,39	1,24	1,07	0,89	0,77	0,72	0,77	0,9	1,12	1,36	1,53	1,51
65	1,37	1,21	1,03	0,84	0,71	0,66	0,71	0,85	1,07	1,34	1,51	1,5
70	1,34	1,17	0,98	0,78	0,64	0,59	0,64	0,79	1,02	1,3	1,49	1,47
75	1,3	1,13	0,92	0,72	0,57	0,52	0,57	0,73	0,97	1,25	1,45	1,44
80	1,25	1,08	0,86	0,65	0,5	0,45	0,5	0,66	0,9	1,2	1,41	1,4
85	1,2	1,02	0,8	0,58	0,43	0,37	0,42	0,58	0,84	1,14	1,35	1,35
90	1,14	0,95	0,73	0,5	0,35	0,29	0,34	0,5	0,76	1,07	1,29	1,29

Siendo éstos para los distintos meses del año:

mes	días/mes	H(MJ/m ² día)	Kmes
enero	31	6,7	1,4
febrero	28	10,6	1,29
marzo	31	13,6	1,15
abril	30	18,8	1,01
mayo	31	20,9	0,91
junio	30	23,5	0,88
julio	31	26	0,92
agosto	31	23,1	1,03
septiembre	30	16,9	1,2
octubre	31	11,4	1,39
noviembre	30	7,5	1,52
diciembre	31	5,9	1,5

3.1.3.4 Obtención de la energía mensual incidente en la superficie inclinada de los colectores

Se obtiene como el producto del número de días del mes, el factor k y la energía solar incidente en un día medio del mes, Hdía.

mes	dias/mes	H(MJ/m2dia)	Kmes	H mes(kwh/m2)
enero	31	6,7	1,4	80,77
febrero	28	10,6	1,29	106,35
marzo	31	13,6	1,15	134,68
abril	30	18,8	1,01	158,23
mayo	31	20,9	0,91	163,77
junio	30	23,5	0,88	172,33
julio	31	26	0,92	205,98
agosto	31	23,1	1,03	204,88
septiembre	30	16,9	1,2	169
octubre	31	11,4	1,39	136,5
noviembre	30	7,5	1,52	95
diciembre	31	5,9	1,5	76,21

3.1.3.5 Pérdidas de la instalación

El Código Técnico de la Edificación (CTE) y los *Pliegos de condiciones técnicas* del IDAE establecen dos parámetros fundamentales para dimensionar una instalación:

Cobertura solar mínima. En concreto, las secciones HE4 y HE5 del CTE establecen unas coberturas mínimas en función de la zona climática donde se ubique el edificio.

Pérdidas máximas admisibles. Este es común para sistemas térmicos y fotovoltaicos.

En primer lugar, deben distinguirse dos clasificaciones de las pérdidas:

- **Por orientación e inclinación:** son pérdidas debidas a la colocación de los paneles o módulos con respecto a la trayectoria solar. En concreto, se definen de la siguiente manera:
 - Pérdidas por orientación: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la orientación óptima.
 - Pérdidas por inclinación: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la inclinación óptima.
- **Por sombras:** son las relativas a la radiación solar perdida por las sombras proyectadas por los obstáculos interpuestos entre el edificio y la trayectoria solar. Dependen de la época del año, al igual que la trayectoria solar.

El Código Técnico de la Edificación, en sus secciones HE4 y HE5, permite distintos porcentajes de pérdidas en función la instalación y funcionalidad de los captadores solares. Se distinguen tres casos:

- 1 General: cuando los captadores se colocan sobre sus propios soportes aprovechando la existencia de una solera o una cubierta plana

2. Superposición de captadores: cuando los captadores se colocan paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en la integración arquitectónica
3. Integración arquitectónica de los captadores: cuando los captadores cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento ,cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica

La siguiente tabla del HE4 refleja el porcentaje máximo de pérdidas admisibles en cada uno de los casos.

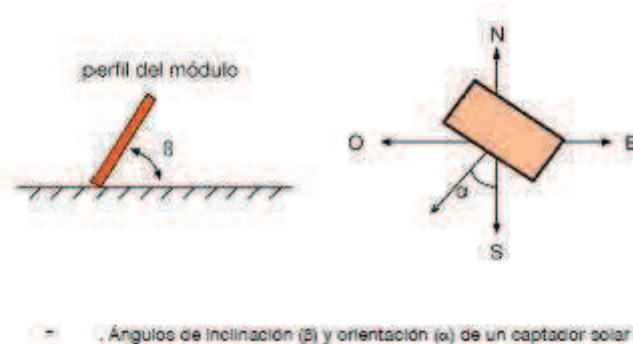
Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 2 del HE4 donde figuran las pérdidas máximas admisibles que puede presentar un sistema solar térmico (también aplicable al fotovoltaico).

Como se puede observar existe un límite total en función de cada caso que es inferior a la suma total de las pérdidas parciales. Esto limita las pérdidas de los parámetros más controlables.

3.1.3.5.1 .Pérdidas por inclinación y orientación

En la siguiente figura se puede apreciar el concepto de inclinación y orientación de un captador.



El ángulo de inclinación, β representa la altura del captador respecto a la horizontal del suelo.

El ángulo de orientación, α , indica la desviación del captador respecto del sur geográfico. Este ángulo se conoce también como *azimut*.

Según la sección HE4, para instalaciones solares de baja temperatura se considerará como orientación óptima el sur (azimut 0°) y como inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

Demanda constante anual: la latitud geográfica.

Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10° .

Demanda preferente en verano: la latitud geográfica - 10° .

Las pérdidas por orientación e inclinación pueden obtenerse fácilmente a través del siguiente diagrama:

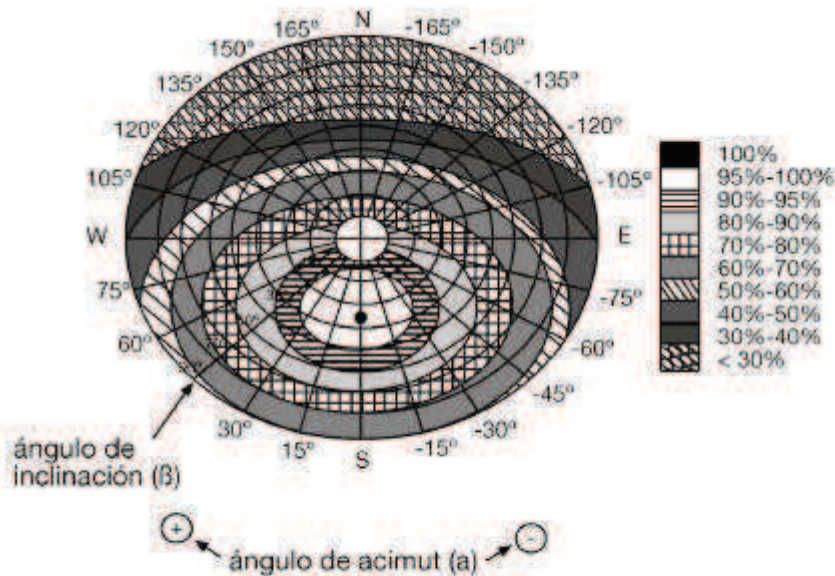


Diagrama para la obtención de pérdidas por inclinación y orientación

La utilización del diagrama es muy sencilla. Los radios representan el azimut del captador, y los círculos concéntricos, la inclinación. La intersección de un radio con un círculo nos proporciona un punto situado en una de las regiones coloreadas.

En la leyenda lateral se puede cotejar el porcentaje de aprovechamiento máximo de la energía incidente.

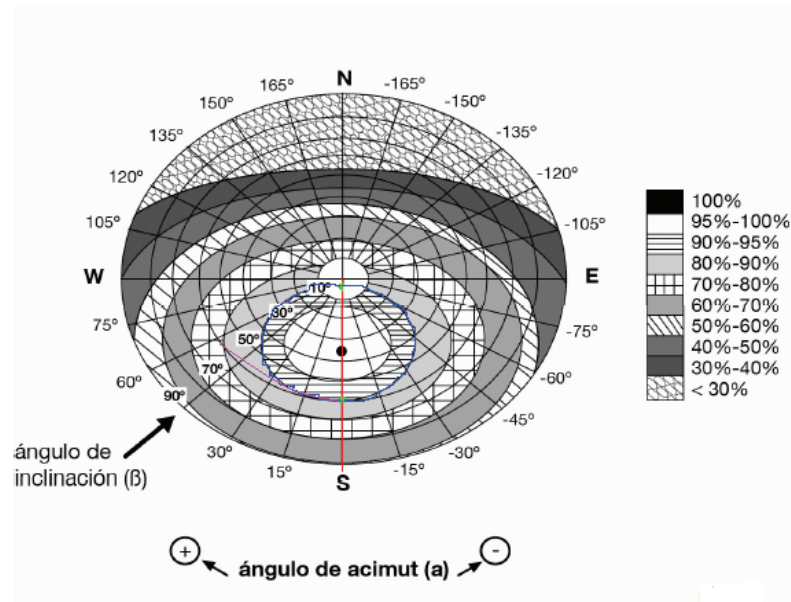
Este diagrama está desarrollado para una latitud de 41° . Para latitudes diferentes es necesario proceder a una corrección:

- Inclinación máxima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud).
- Inclinación mínima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud); siendo 5° su valor mínimo.

Calculo de las pérdidas por orientación e inclinación de nuestra instalación

Como la latitud de nuestro emplazamiento es $40,4^\circ$ debemos usar las correcciones vistas.

Nuestros colectores están orientados al sur (azimut 0°), siendo el porcentaje de pérdidas máximo admitido de 10%, situándonos en la siguiente región marcada en azul:



Aplicando las correcciones:

Inclinación máxima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) – (41° - latitud).

La inclinación máxima para una latitud de 41° a 0° de azimut es de 58° (intersección de la línea rosa con la línea que define el ángulo de inclinación)

Inclinación máxima = $58 - (41 - 40,4) = 57,4^\circ$

Inclinación mínima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) – (41° - latitud); siendo 5° su valor mínimo.

La inclinación mínima para una latitud de 41° a 0° del azimut es de 5°

Inclinación mínima = $5 - (41 - 40,4) = 4,4^\circ$

Como se puede observar, al estar el panel inclinado 45° entra dentro de estos valores, por lo que las pérdidas no superan el 10%

Consideramos que no existen obstáculos adyacentes al edificio de manera que hagan sobre éste sombras. Sabiendo que nuestros colectores están situados en nuestra cubierta plana de forma que pertenecen al caso general vemos que cumplen con los valores límites de pérdidas establecidos en la normativa.

Considerando éstas pérdidas debidas a la inclinación y orientación de los paneles, la energía incidente sobre los mismos queda de la siguiente manera para los distintos meses:

mes	dias/mes	H(MJ/m2dia)	Kmes	%perdidas incl/or	H mes(kwh/m2)
enero	31	6,7	1,4	10	72,70
febrero	28	10,6	1,29	10	95,72
marzo	31	13,6	1,15	10	121,21
abril	30	18,8	1,01	10	142,41
mayo	31	20,9	0,91	10	147,40
junio	30	23,5	0,88	10	155,10
julio	31	26	0,92	10	185,38
agosto	31	23,1	1,03	10	184,40
septiembre	30	16,9	1,2	10	152,10
octubre	31	11,4	1,39	10	122,81
noviembre	30	7,5	1,52	10	85,50
diciembre	31	5,9	1,5	10	68,59

3.1.4. Determinación de la curva de rendimiento del captador solar utilizado.

El modelo de colector a utilizar será un Fagor Solaria 2.4, con un factor de eficiencia óptica de 0,6717 y coeficiente global de pérdidas, U_o , 3,141 W/m²K. El colector tiene una superficie captadora útil de 1 m². Los paneles van a montarse con una inclinación de 45°.

El colector seleccionado tiene la siguiente curva característica:

$$\mu=0,6717 - 3,141T$$

3.1.5. Estimación de la superficie de captación necesaria, S_c .

Para comenzar el procedimiento de cálculo se precisa estimar una superficie captadora inicial. El criterio a seguir consiste en considerar un ratio 70 l/m² sobre la demanda diaria.

Siendo la superficie inicial:

$$S_c=1,8 \text{ m}^2$$

Como la superficie unitaria del colector seleccionada de 1 m², el número de paneles será:

$$n=2$$

Por lo que la superficie captadora definitiva:

$$S_c=n \times S_u=2\text{m}^2$$

3.1.6 Cálculo del parámetro D1.

mes	E mensual	Hmes(kwh/m2)	Sc	Esolar captada	D1
enero	104,96	72,695	2	87,234	0,83
febrero	93,05	95,718	2	114,862	1,23
marzo	99,13	121,210	2	145,452	1,47
abril	92,17	142,410	2	170,892	1,85
mayo	93,30	147,397	2	176,877	1,90
junio	88,41	155,100	2	186,120	2,11
julio	89,41	185,380	2	222,456	2,49
agosto	91,35	184,396	2	221,275	2,42
septiembre	90,29	152,1	2	182,520	2,02
octubre	95,24	122,81	2	147,368	1,55
noviembre	95,93	85,5	2	102,600	1,07
diciembre	104,96	68,5875	2	82,305	0,78

D1 está comprendido entre 0 y 3 en todos los meses.

3.1.7 cálculo del volumen del acumulador

Se recomienda que el volumen del acumulador en litros cumpla la relación:

$$V = 75 \times A = 75 \times 2 \text{ m}^2 = 150 \text{ L}$$

3.1.8 cálculo del parámetro D2

mes	días/mes	E mensual	T ambiente	T af	tiempo	Sc	k1	k2	Fr*UI	E perdida	D2
enero	31	104,96	6	6	744	2	1	0,975	0,003	409,081	3,898
febrero	28	93,05	8	7	672	2	1	0,988	0,003	366,348	3,937
marzo	31	99,13	11	9	744	2	1	1,029	0,003	408,992	4,126
abril	30	92,17	13	11	720	2	1	1,089	0,003	409,104	4,439
mayo	31	93,30	18	12	744	2	1	1,060	0,003	388,189	4,161
junio	30	88,41	23	13	720	2	1	1,029	0,003	342,230	3,871
julio	31	89,41	28	14	744	2	1	0,993	0,003	319,087	3,569
agosto	31	91,35	26	13	744	2	1	0,976	0,003	322,569	3,531
septiembre	30	90,29	21	12	720	2	1	1,013	0,003	345,600	3,828
octubre	31	95,24	15	11	744	2	1	1,060	0,003	402,028	4,221
noviembre	30	95,93	11	9	720	2	1	1,029	0,003	395,798	4,126
diciembre	31	104,96	7	6	744	2	1	0,960	0,003	398,724	3,799

El valor de D2 está comprendido entre 0 y 18.

3.1.9 Determinación del coeficiente de cobertura mensual, f .

mes	D1	D2	f
enero	0,83	3,90	0,47
febrero	1,23	3,94	0,71
marzo	1,47	4,13	0,81
abril	1,85	4,44	0,95
mayo	1,90	4,16	0,98
junio	2,11	3,87	1,06
julio	2,49	3,57	1,17
agosto	2,42	3,53	1,15
septiembre	2,02	3,83	1,03
octubre	1,55	4,22	0,84
noviembre	1,07	4,13	0,61
diciembre	0,78	3,80	0,45

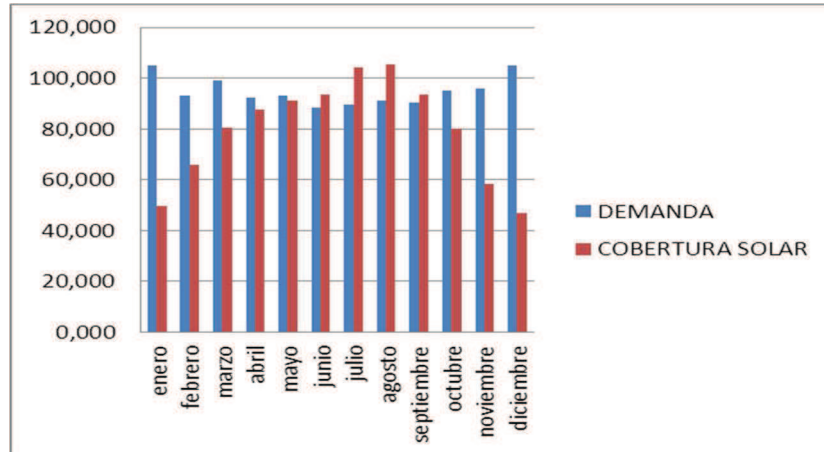
3.1.10 Valoración de la cobertura solar mensual

mes	E mensual	f	E solar
enero	104,960	0,472	49,576
febrero	93,047	0,709	66,001
marzo	99,129	0,813	80,567
abril	92,169	0,950	87,526
mayo	93,298	0,977	91,194
junio	88,407	1,056	93,394
julio	89,410	1,166	104,221
agosto	91,354	1,153	105,375
septiembre	90,288	1,034	93,369
octubre	95,241	0,843	80,284
noviembre	95,931	0,609	58,427
diciembre	104,960	0,446	46,777
ANUAL	1138,193		956,711

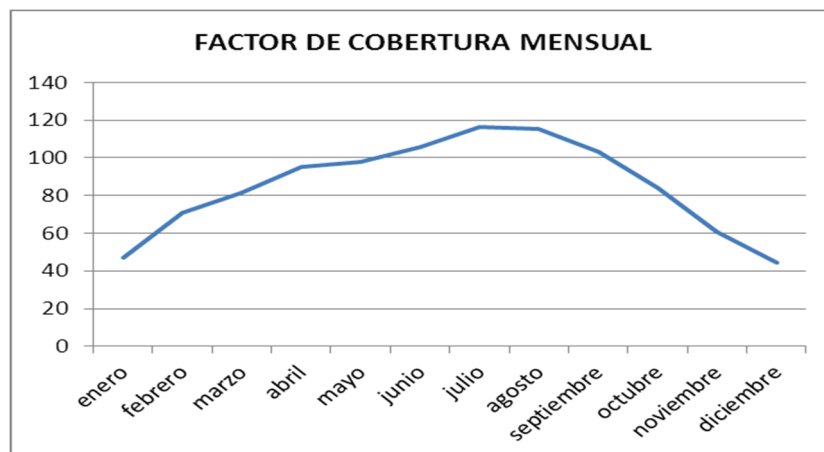
3.1.11. Valoración de la cobertura solar anual, F .

$F = \text{cobertura solar anual} / \text{demanda anual} = 956,711 \text{ kWh} / 1138,19 \text{ kWh} = 0,84 \text{ (84\%)}$.

La cobertura solar obtenida con 2 paneles satisface el mínimo exigido por la tabla 2.2 de la sección HE4 para este edificio (70%).



En la siguiente gráfica se muestra la cobertura mensual que proporcionaría la superficie captadora estudiada:



Como puede observarse existen varios meses consecutivos en los que se cubre el 100% de la demanda. A este respecto, se debe puntualizar lo que el apartado 2.1.4 de la sección HE4 prescribe en estas situaciones:

“ Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de 3 meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso, el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y, a su vez, evacúa

los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).

- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existente

3.2 Sistema de intercambio

Los intercambiadores son los elementos de la instalación donde se transfiere la energía captada por el fluido caloportador en el circuito primario al circuito secundario o al de consumo.

Determinan la potencia nominal de la instalación. La potencia mínima debe cumplir la siguiente relación:

$$P = 500 \times A$$

Donde

P: potencia mínima del intercambiador (W).

A: área de los captadores (m²).

Necesitaríamos un intercambiador de:

$$P=500 \times 2=1000W$$

3.3 Circuito hidráulico

Las tuberías utilizadas en el circuito primario serán siempre de cobre o de acero Inoxidable. No se admiten otro tipo de materiales.

En el circuito secundario se permite todo tipo de tuberías contempladas en la sección HS4 del CTE (además de acero inoxidable y cobre, tuberías plásticas como polietileno reticulado, polipropileno...). Para temperaturas del agua caliente superiores a 60 °C, queda prohibida la utilización de acero galvanizado.

Los circuitos deben estar equilibrados hidráulicamente para evitar descompensaciones de caudal en las baterías de colectores. Se recomienda diseñar los circuitos con retorno invertido e intercalar válvulas de compensado hidráulico. Se evitarán recorridos largos, si es posible.

Las bombas de impulsión se situarán en los puntos más fríos del circuito para evitar fenómenos de cavitación. En el circuito primario este punto será antes de la entrada a los colectores y en el secundario será el situado a la entrada del intercambiador. Se precisarán dos bombas idénticas en paralelo para instalaciones de más de 50 m², tanto en el circuito primario como en el secundario.

Se contempla la instalación de un sistema de purga para eliminar el aire del circuito que puede ser tanto manual como automático. Se recomienda instalar purgadores manuales e incluir su revisión en los planes de vigilancia de la instalación o en los de mantenimiento preventivo.

3.4. Sistema de control y medida

La instalación solar deberá disponer de un sistema de control que garantice el correcto funcionamiento de la instalación. Para instalaciones con circulación forzada se dispondrá de un regulador de tipo diferencial que impida que las bombas estén paradas cuando la temperatura entre el acumulador y los colectores sea superior a 7 °C y que estén en funcionamiento cuando esa diferencia sea inferior a 2 °C.

Se deberá proteger a la instalación contra las heladas y contra los sobrecalentamientos.

VOLUMEN C: CALCULOS

INDICE

1 .CALCULO DE LAS CARGAS DE REFRIGERACION DE LOS ESPACIOS A ACONDICIONAR

1 .CALCULO DE LAS CARGAS DE REFRIGERACION DE LOS ESPACIOS A ACONDICIONAR

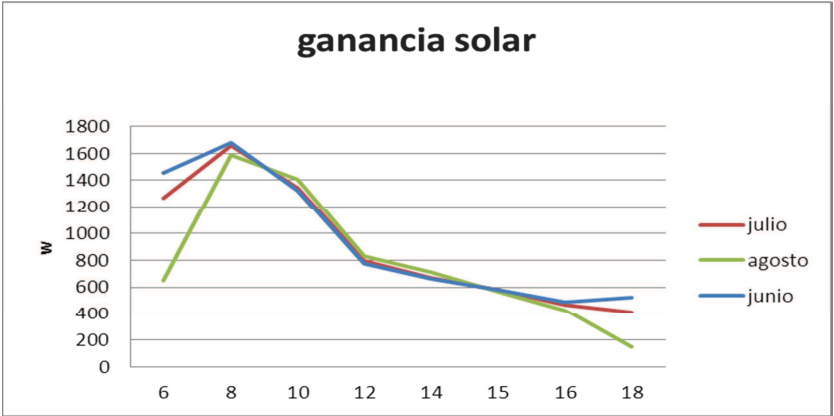
Espacio 2

Definiremos la superficie acristalada de dicho espacio:

S acristalada (m2)	orientación
4,91	N
2,58	S
6,61	E
0	O

Siendo las ganancias solares a través de estas superficies acristaladas:

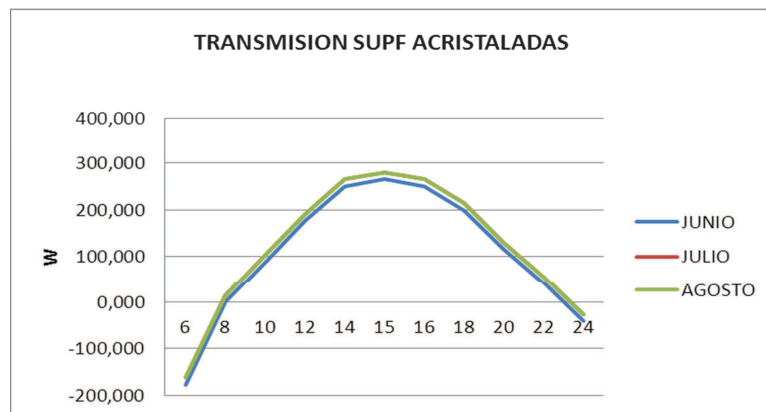
GANANCIAS SOLARES												
ORIENTACION NORTE				SUR			ESTE			OESTE		
horas solares	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	454	349	114	25	22	11	975	898	525	0	0	0
8	276	263	212	57	58	76	1346	1337	1297	0	0	0
10	319	311	289	131	151	219	877	880	900	0	0	0
12	345	340	318	180	205	280	252	248	229	0	0	0
14	320	312	289	131	151	218	215	210	208	0	0	0
15	300	289	250	85	98	148	192	189	168	0	0	0
16	269	255	212	56	56	76	164	158	137	0	0	0
18	428	329	108	23	20	11	75	65	32	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



El máximo se obtiene en agosto 8h

Las cargas por transmisión a través de dichas superficies acristaladas serán:

TRANSMISION CALOR A TRAVES DE ACRISTALAMIENTO												
	orientacion Norte			orientacion Sur			orientacion Este			orientacion Oeste		
HORAS	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto	junio	julio	agosto
6	-61,51	-56,39	-56,39	-32,32	-29,63	-29,63	-82,81	-75,91	-75,91	0,00	0,00	0,00
8	0,00	5,13	5,13	0,00	2,69	2,69	0,00	6,90	6,90	0,00	0,00	0,00
10	30,76	35,88	35,88	16,16	18,85	18,85	41,41	48,31	48,31	0,00	0,00	0,00
12	61,51	66,64	66,64	32,32	35,02	35,02	82,81	89,71	89,71	0,00	0,00	0,00
14	87,14	92,27	92,27	45,79	48,48	48,48	117,31	124,22	124,22	0,00	0,00	0,00
15	92,27	97,39	97,39	48,48	51,18	51,18	124,22	131,12	131,12	0,00	0,00	0,00
16	87,14	92,27	92,27	45,79	48,48	48,48	117,31	124,22	124,22	0,00	0,00	0,00
18	69,20	74,33	74,33	36,36	39,06	39,06	93,16	100,06	100,06	0,00	0,00	0,00
20	40,15	45,28	45,28	21,10	23,79	23,79	54,06	60,96	60,96	0,00	0,00	0,00
22	14,52	19,65	19,65	7,63	10,33	10,33	19,55	26,45	26,45	0,00	0,00	0,00
24	-14,52	-9,40	-9,40	-7,63	-4,94	-4,94	-19,55	-12,65	-12,65	0,00	0,00	0,00



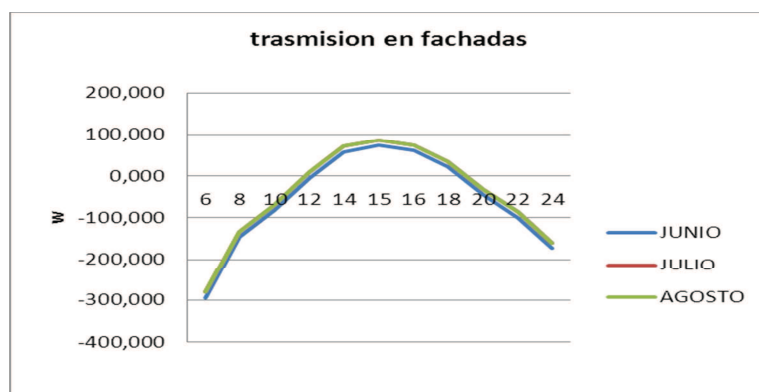
Siendo el máximo de transmisión a través de los cristales del espacio E02 en agosto 15 h

Posteriormente vamos a calcular las cargas por transmisión a través de las fachadas exteriores, para ello definimos las superficies en las distintas orientaciones:

S fachadas(m2)	orientación
14,71	N
7,76	S
19,83	E
0	O

FACHADA NORTE						FACHADA SUR					
DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO	DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
-15,4	-115,53	-14,8	-111,03	-14,8	-111,03	-14,1	-55,371	-13,5	-53,015	-13,5	-53,015
-8,2	-61,52	-7,6	-57,02	-7,6	-57,02	-6,9	-27,096	-6,3	-24,740	-6,3	-24,740
-5,25	-39,39	-4,65	-34,88	-4,65	-34,88	-3,95	-15,512	-3,35	-13,155	-3,35	-13,155
-1,65	-12,38	-1,05	-7,88	-1,05	-7,88	-0,35	-1,374	0,25	0,982	0,25	0,982
1,35	10,13	1,95	14,63	1,95	14,63	2	7,854	2,6	10,210	2,6	10,210
1,95	14,63	2,55	19,13	2,55	19,13	3,25	12,763	3,85	15,119	3,85	15,119
1,35	10,13	1,95	14,63	1,95	14,63	2,65	10,407	3,25	12,763	3,25	12,763
-0,75	-5,63	-0,15	-1,13	-0,15	-1,13	0,55	2,160	1,15	4,516	1,15	4,516
-3,5	-26,26	-2,9	-21,76	-2,9	-21,76	-2,2	-8,639	-1,6	-6,283	-1,6	-6,283
-6,5	-48,76	-5,9	-44,26	-5,9	-44,26	-4,55	-17,868	-3,95	-15,512	-3,95	-15,512
-9,9	-74,27	-9,3	-69,77	-9,3	-69,77	-7,95	-31,220	-7,35	-28,863	-7,35	-28,863

FACHADA ESTE						FACHADA OESTE					
DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO	DTE junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
-12,15	-122,877	-11,55	-116,809	-11,55	-116,809	-11,5	0,000	-10,9	0,000	-10,9	0,000
-5,6	-56,634	-5	-50,567	-5	-50,567	-4,95	0,000	-4,35	0,000	-4,35	0,000
-2,65	-26,800	-2,05	-20,732	-2,05	-20,732	-2	0,000	-1,4	0,000	-1,4	0,000
0,95	9,608	1,55	15,676	1,55	15,676	0,95	0,000	1,55	0,000	1,55	0,000
3,95	39,948	4,55	46,016	4,55	46,016	3,95	0,000	4,55	0,000	4,55	0,000
4,55	46,016	5,15	52,083	5,15	52,083	4,55	0,000	5,15	0,000	5,15	0,000
3,95	39,948	4,55	46,016	4,55	46,016	3,95	0,000	4,55	0,000	4,55	0,000
2,5	25,283	3,1	31,351	3,1	31,351	1,85	0,000	2,45	0,000	2,45	0,000
-0,9	-9,102	-0,3	-3,034	-0,3	-3,034	-0,9	0,000	-0,3	0,000	-0,3	0,000
-3,25	-32,868	-2,65	-26,800	-2,65	-26,800	-3,9	0,000	-3,3	0,000	-3,3	0,000
-6,65	-67,253	-6,05	-61,185	-6,05	-61,185	-6,65	0,000	-6,05	0,000	-6,05	0,000

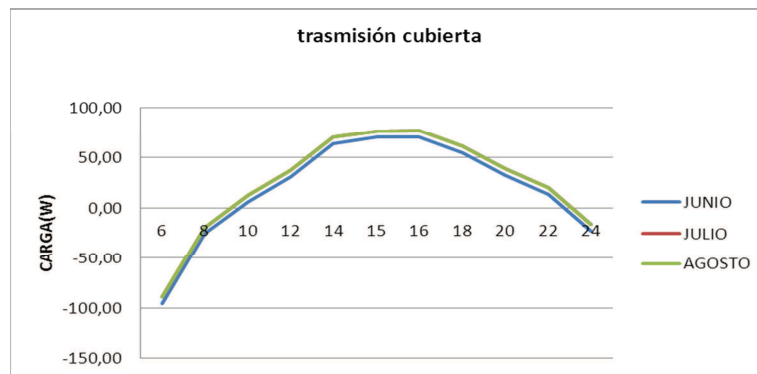


De igual forma, el máximo por transmisión es en agosto 15 h

Para el cálculo de la transmisión a través de la cubierta debemos definir su superficie, siendo esta de:

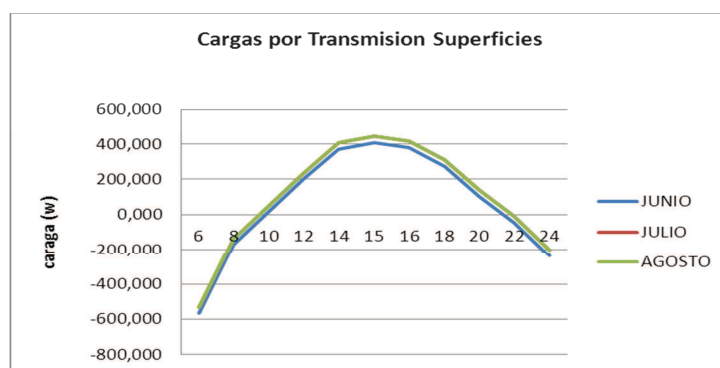
S cubierta E2=29,97 m²

CUBIERTAS					
DTE Junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE Agosto	AGOSTO
-8,9	-96,02	-8,3	-89,55	-8,3	-89,55
-2,35	-25,35	-1,75	-18,88	-1,75	-18,88
0,6	6,47	1,2	12,95	1,2	12,95
2,9	31,29	3,5	37,76	3,5	37,76
5,9	63,66	6,5	70,13	6,5	70,13
6,5	70,13	7,1	76,60	7,1	76,60
6,55	70,67	7,15	77,14	7,15	77,14
5,1	55,02	5,7	61,50	5,7	61,50
3	32,37	3,6	38,84	3,6	38,84
1,3	14,03	1,9	20,50	1,9	20,50
-2,1	-22,66	-1,5	-16,18	-1,5	-16,18



El espacio 2 es colindante solo con espacios a condicionados por lo que no existe un flujo de calor a través de sus particiones interiores.

Por lo que la carga total máxima por transmisión a través de las superficies opacas es en agosto a las 15 h



Para el cálculo de la carga por ocupación consideraremos que existe una ocupación de 12m²/personas, conocida la superficie de nuestro espacio en cuestión sabemos que las personas que ocupan el E02 son 3.

Por lo que la carga térmica emitida por estas personas es de:

CARGAS INTERNAS OCUPACION QT=Qs+Ql (W)									
HORAS	QS JUNIO	QL JUNIO	QT JUNIO	QS JULIO	QL JULIO	QT JULIO	QS AGOSTO	QL AGOSTO	QT AGOSTO
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	16,73	15,98	32,717	16,733	15,98	32,72	16,733	15,98	32,717
10	150,60	143,86	294,455	150,599	143,86	294,46	150,599	143,86	294,455
12	150,60	143,86	294,455	150,599	143,86	294,46	150,599	143,86	294,455
14	150,60	143,86	294,455	150,599	143,86	294,46	150,599	143,86	294,455
15	66,93	63,94	130,869	66,933	63,94	130,87	66,933	63,94	130,869
16	66,93	63,94	130,869	66,933	63,94	130,87	66,933	63,94	130,869
18	150,60	143,86	294,455	150,599	143,86	294,46	150,599	143,86	294,455
20	150,60	143,86	294,455	150,599	143,86	294,46	150,599	143,86	294,455
22	16,73	15,98	32,717	16,733	15,98	32,72	16,733	15,98	32,717
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Siendo la carga sensible debida a la iluminación del espacio considerado:

ILUMINACION		
Qs	Qs	Qs
JUNIO	JULIO	AGOSTO
0	0	0
44,955	44,955	44,955
404,595	404,595	404,595
404,595	404,595	404,595
404,595	404,595	404,595
179,82	179,82	179,82
179,82	179,82	179,82
404,595	404,595	404,595
404,595	404,595	404,595
44,955	44,955	44,955
0	0	0

Y la referente a los equipos emisores de energía, con los que cuenta el espacio:

EQUIPOS			
QT=QS+QL	QT(W)	QT(W)	QT(W)
h	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0
8	59,94	59,94	59,94
10	539,46	539,46	539,46
12	539,46	539,46	539,46
14	539,46	539,46	539,46
15	239,76	239,76	239,76
16	239,76	239,76	239,76
18	539,46	539,46	539,46
20	539,46	539,46	539,46
22	59,94	59,94	59,94
24	0	0	0

A continuación se detallan las cargas debidas a la renovación del aire:

VENTILACION						
h	QS junio	Ql junio	QS julio	Ql julio	QS agosto	Ql agosto
6	0	0	0	0	0	0
8	0,00	-225,60	23,53	-248,55	23,53	-248,55
10	141,20	-237,30	164,74	-260,28	164,74	-260,28
12	282,41	-254,88	305,94	-277,89	305,94	-277,89
14	400,08	-279,41	423,61	-302,44	423,61	-302,44
15	423,61	-302,44	447,14	-325,46	447,14	-325,46
16	400,08	-279,41	423,61	-302,44	423,61	-302,44
18	317,71	-267,00	341,24	-290,01	341,24	-290,01
20	184,35	-257,90	207,88	-280,88	207,88	-280,88
22	66,68	-228,27	90,21	-251,23	90,21	-251,23
24	0	0	0	0	0	0

ESPACIO3

Este espacio no cuenta con superficies acristaladas al exterior por lo que la carga por radiación y transmisión a través de ella es nula.

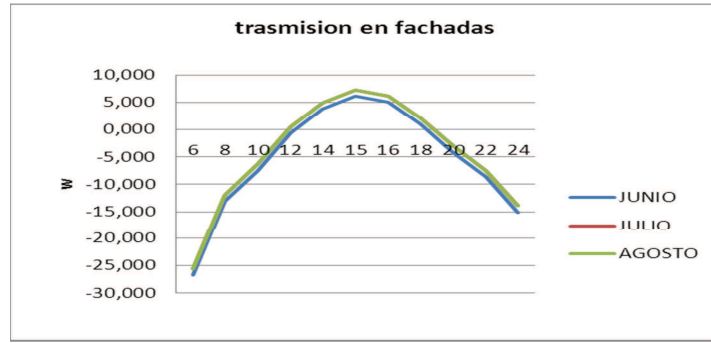
Se calculará la carga por transmisión a través de superficies opacas.

Los muros exteriores con los que cuenta este espacio son solo en la dirección sur y su superficie es de:

S muros exteriores=3,72 m².

La carga por transmisión a través de esta superficie es de:

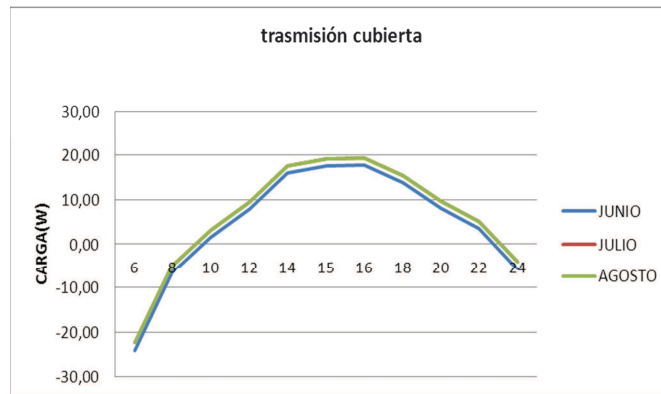
FACHADA SUR						
HORAS	DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
6	-14,1	-26,751	-13,5	-25,612	-13,5	-25,612
8	-6,9	-13,091	-6,3	-11,952	-6,3	-11,952
10	-3,95	-7,494	-3,35	-6,356	-3,35	-6,356
12	-0,35	-0,664	0,25	0,474	0,25	0,474
14	2	3,794	2,6	4,933	2,6	4,933
15	3,25	6,166	3,85	7,304	3,85	7,304
16	2,65	5,028	3,25	6,166	3,25	6,166
18	0,55	1,043	1,15	2,182	1,15	2,182
20	-2,2	-4,174	-1,6	-3,036	-1,6	-3,036
22	-4,55	-8,632	-3,95	-7,494	-3,95	-7,494
24	-7,95	-15,083	-7,35	-13,944	-7,35	-13,944



Como se observa el máximo se alcanza en Agosto 15h

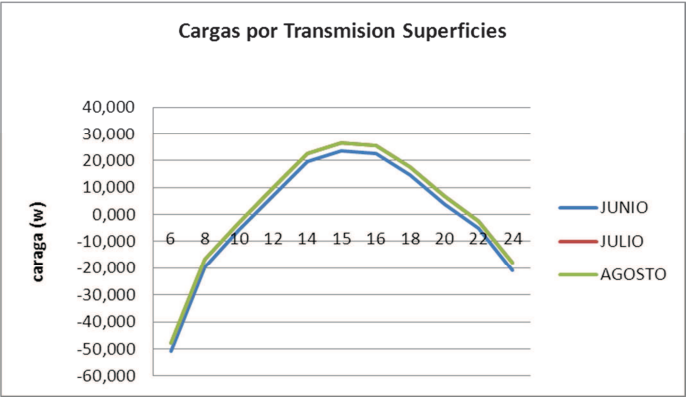
Siendo la carga por transmisión a través de los $7,5\text{m}^2$ de cubierta con los que se cuenta:

CUBIERTAS						
HORAS	DTE Junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE Agosto	AGOSTO
6	-8,9	-24,03	-8,3	-22,41	-8,3	-22,41
8	-2,35	-6,35	-1,75	-4,73	-1,75	-4,73
10	0,6	1,62	1,2	3,24	1,2	3,24
12	2,9	7,83	3,5	9,45	3,5	9,45
14	5,9	15,93	6,5	17,55	6,5	17,55
15	6,5	17,55	7,1	19,17	7,1	19,17
16	6,55	17,69	7,15	19,31	7,15	19,31
18	5,1	13,77	5,7	15,39	5,7	15,39
20	3	8,10	3,6	9,72	3,6	9,72
22	1,3	3,51	1,9	5,13	1,9	5,13
24	-2,1	-5,67	-1,5	-4,05	-1,5	-4,05



El espacio 3 no posee particiones interiores ya que solo limita con espacios acondicionados.

Siendo la carga total a través de superficies opacas:



Las cargas internas son las siguientes:

Debidas a la ocupación de dicho espacio

CARGAS INTERNAS									
OCUPACION QT=QS+QL (W)									
HORAS	QS JUNIO	QL JUNIO	QT JUNIO	QS JULIO	QL JULIO	QT JULIO	QS AGOSTO	QL AGOSTO	QT AGOSTO
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4,19	4,00	8,188	4,188	4,00	8,19	4,188	4,00	8,188
10	37,69	36,00	73,688	37,688	36,00	73,69	37,688	36,00	73,688
12	37,69	36,00	73,688	37,688	36,00	73,69	37,688	36,00	73,688
14	37,69	36,00	73,688	37,688	36,00	73,69	37,688	36,00	73,688
15	16,75	16,00	32,750	16,750	16,00	32,75	16,750	16,00	32,750
16	16,75	16,00	32,750	16,750	16,00	32,75	16,750	16,00	32,750
18	37,69	36,00	73,688	37,688	36,00	73,69	37,688	36,00	73,688
20	37,69	36,00	73,688	37,688	36,00	73,69	37,688	36,00	73,688
22	4,19	4,00	8,188	4,188	4,00	8,19	4,188	4,00	8,188
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Las debidas a la iluminación interior:

ILUMINACION		
Qs	Qs	Qs
JUNIO	JULIO	AGOSTO
0	0	0
11,25	11,25	11,25
101,25	101,25	101,25
101,25	101,25	101,25
101,25	101,25	101,25
45	45	45
45	45	45
101,25	101,25	101,25
101,25	101,25	101,25
11,25	11,25	11,25
0	0	0

Y las referentes a los equipos internos con los que cuenta

EQUIPOS			
QT=QS+QL	QT(W)	QT(W)	QT(W)
h	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0
8	15	15	15
10	135	135	135
12	135	135	135
14	135	135	135
15	60	60	60
16	60	60	60
18	135	135	135
20	135	135	135
22	15	15	15
24	0	0	0

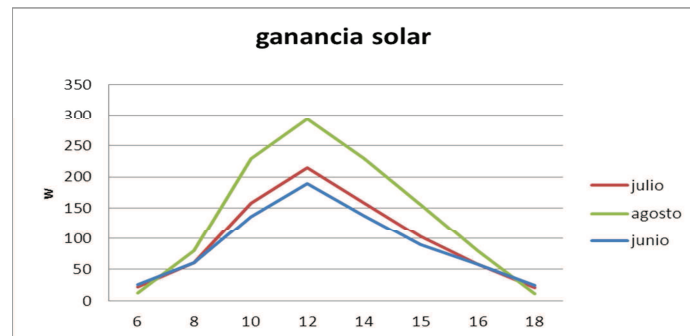
Las cargas debidas a la introducción de aire exterior al local son las que se muestran:

VENTILACION						
h	QS junio	QL junio	QS julio	QL julio	QS agosto	QL agosto
6	0	0	0	0	0	0
8	0,00	-56,46	5,89	-62,20	5,89	-62,20
10	35,34	-59,38	41,23	-65,13	41,23	-65,13
12	70,67	-63,78	76,56	-69,54	76,56	-69,54
14	100,12	-69,92	106,01	-75,68	106,01	-75,68
15	106,01	-75,68	111,90	-81,45	111,90	-81,45
16	100,12	-69,92	106,01	-75,68	106,01	-75,68
18	79,51	-66,82	85,40	-72,58	85,40	-72,58
20	46,13	-64,54	52,02	-70,29	52,02	-70,29
22	16,69	-57,12	22,58	-62,87	22,58	-62,87
24	0	0	0	0	0	0

ESPACIO 4

El espacio 4 solo posee ventanas al exterior en la dirección sur cuya superficie es de 2,70 m². se procede al cálculo de las cargas por radiación a través de esta superficie:

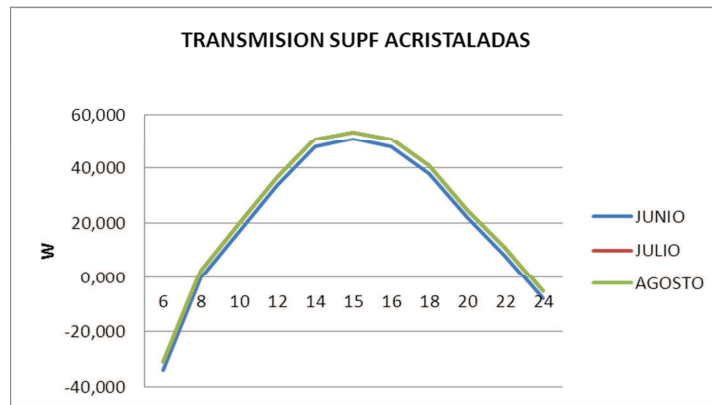
GANANCIAS SOLARES												
ORIENTACION NORTE				SUR			ESTE			OESTE		
horas solares	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0	26	23	12	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	60	60	80	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	137	158	229	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	189	214	293	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	137	158	228	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	89	103	155	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	58	59	80	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	24	21	11	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0		0	0		0	0		0	0	0



El máximo se obtiene en agosto 12h

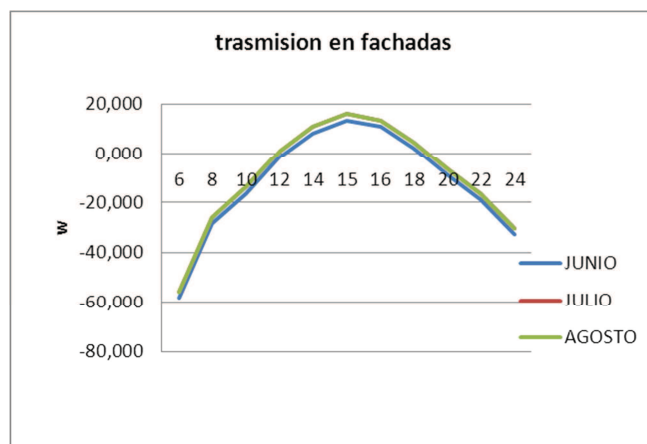
Las cargas por transmisión a través de las mismas son:

orientacion Sur			
HORAS	junio	julio	agosto
6	-33,83	-31,01	-31,01
8	0,00	2,82	2,82
10	16,91	19,73	19,73
12	33,83	36,64	36,64
14	47,92	50,74	50,74
15	50,74	53,56	53,56
16	47,92	50,74	50,74
18	38,05	40,87	40,87
20	22,08	24,90	24,90
22	7,99	10,81	10,81
24	-7,99	-5,17	-5,17



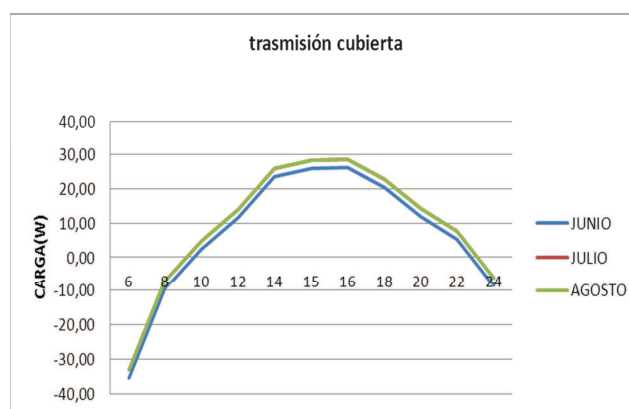
El espacio 4 solo posee fachadas al exterior en la misma dirección sur, siendo su superficie de 8,11m², la carga por transmisión a través de ésta es:

FACHADA SUR					
DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
-14,1	-58,319	-13,5	-55,837	-13,5	-55,837
-6,9	-28,539	-6,3	-26,057	-6,3	-26,057
-3,95	-16,338	-3,35	-13,856	-3,35	-13,856
-0,35	-1,448	0,25	1,034	0,25	1,034
2	8,272	2,6	10,754	2,6	10,754
3,25	13,442	3,85	15,924	3,85	15,924
2,65	10,961	3,25	13,442	3,25	13,442
0,55	2,275	1,15	4,757	1,15	4,757
-2,2	-9,099	-1,6	-6,618	-1,6	-6,618
-4,55	-18,819	-3,95	-16,338	-3,95	-16,338
-7,95	-32,882	-7,35	-30,400	-7,35	-30,400

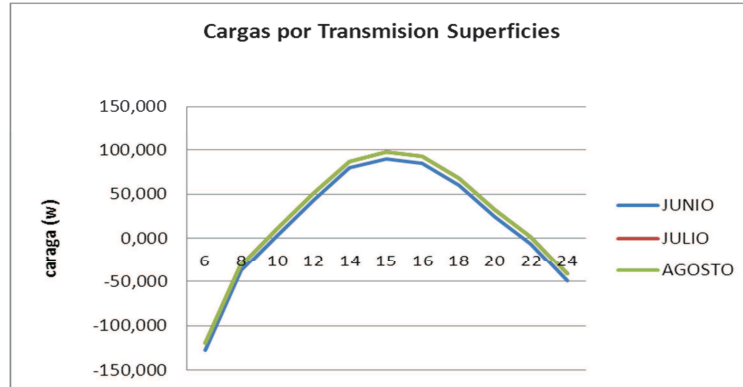


La superficie de la cubierta de este espacio es de 11,02m², siendo la carga por transmisión a través de ella:

CUBIERTAS						
HORAS	DTE Junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE Agosto	AGOSTO
6	-8,9	-35,31	-8,3	-32,93	-8,3	-32,93
8	-2,35	-9,32	-1,75	-6,94	-1,75	-6,94
10	0,6	2,38	1,2	4,76	1,2	4,76
12	2,9	11,50	3,5	13,89	3,5	13,89
14	5,9	23,41	6,5	25,79	6,5	25,79
15	6,5	25,79	7,1	28,17	7,1	28,17
16	6,55	25,99	7,15	28,37	7,15	28,37
18	5,1	20,23	5,7	22,61	5,7	22,61
20	3	11,90	3,6	14,28	3,6	14,28
22	1,3	5,16	1,9	7,54	1,9	7,54
24	-2,1	-8,33	-1,5	-5,95	-1,5	-5,95



El espacio 4 tampoco posee particiones interiores por lo que la carga por transmisión a través de las superficies opacas es la que se muestra:



Cargas internas debidas a la ocupación

CARGAS INTERNAS OCUPACION QT=Qs+Ql (W)									
HORAS	QS JUNIO	QL JUNIO	QT JUNIO	QS JULIO	QL JULIO	QT JULIO	QS AGOSTO	QL AGOSTO	QT AGOSTO
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6,15	5,88	12,030	6,153	5,88	12,03	6,153	5,88	12,030
10	55,38	52,90	108,272	55,376	52,90	108,27	55,376	52,90	108,272
12	55,38	52,90	108,272	55,376	52,90	108,27	55,376	52,90	108,272
14	55,38	52,90	108,272	55,376	52,90	108,27	55,376	52,90	108,272
15	24,61	23,51	48,121	24,611	23,51	48,12	24,611	23,51	48,121
16	24,61	23,51	48,121	24,611	23,51	48,12	24,611	23,51	48,121
18	55,38	52,90	108,272	55,376	52,90	108,27	55,376	52,90	108,272
20	55,38	52,90	108,272	55,376	52,90	108,27	55,376	52,90	108,272
22	6,15	5,88	12,030	6,153	5,88	12,03	6,153	5,88	12,030
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cargas debida a la iluminación interior:

ILUMINACION		
Qs	Qs	Qs
JUNIO	JULIO	AGOSTO
0	0	0
16,53	16,53	16,53
148,77	148,77	148,77
148,77	148,77	148,77
148,77	148,77	148,77
66,12	66,12	66,12
66,12	66,12	66,12
148,77	148,77	148,77
148,77	148,77	148,77
16,53	16,53	16,53
0	0	0

Cargas debido a los equipos instalados

EQUIPOS			
QT=QS+QL	QT(W)	QT(W)	QT(W)
h	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0
8	22,04	22,04	22,04
10	198,36	198,36	198,36
12	198,36	198,36	198,36
14	198,36	198,36	198,36
15	88,16	88,16	88,16
16	88,16	88,16	88,16
18	198,36	198,36	198,36
20	198,36	198,36	198,36
22	22,04	22,04	22,04
24	0	0	0

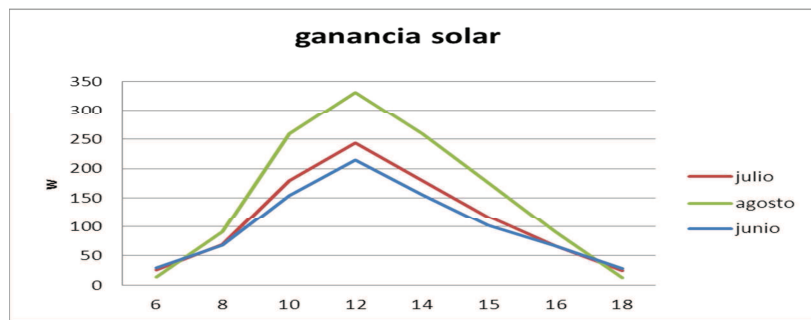
Cargas debido a la ventilación

VENTILACION						
h	QS junio	QL junio	QS julio	QL julio	QS agosto	QL agosto
6	0	0	0	0	0	0
8	0,00	-82,95	8,65	-91,39	8,65	-91,39
10	51,92	-87,26	60,57	-95,70	60,57	-95,70
12	103,84	-93,72	112,49	-102,18	112,49	-102,18
14	147,11	-102,74	155,76	-111,21	155,76	-111,21
15	155,76	-111,21	164,42	-119,67	164,42	-119,67
16	147,11	-102,74	155,76	-111,21	155,76	-111,21
18	116,82	-98,18	125,48	-106,64	125,48	-106,64
20	67,79	-94,83	76,44	-103,28	76,44	-103,28
22	24,52	-83,93	33,17	-92,38	33,17	-92,38
24	0	0	0	0	0	0

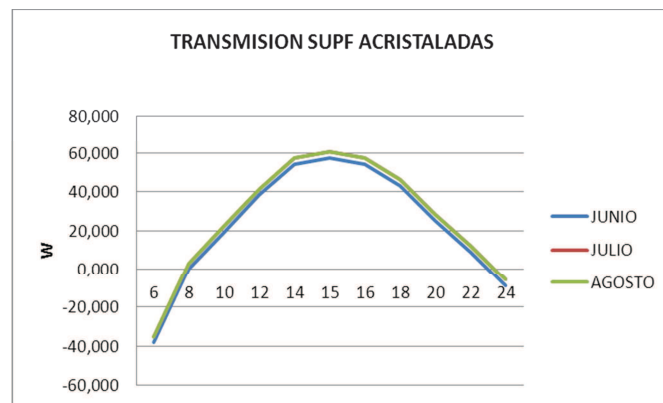
ESPACIO 5

Este espacio cuenta con una superficie acristalada de 3,06 m² en la dirección sur, por lo que la carga por radiación a través de ella es de:

GANANCIAS SOLARES												
ORIENTACION NORTE				SUR			ESTE			OESTE		
horas solares	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6	0	0	0	29	26	14	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	68	68	90	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	155	179	259	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	214	243	332	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	155	179	259	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	101	117	176	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	66	66	90	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	28	24	13	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

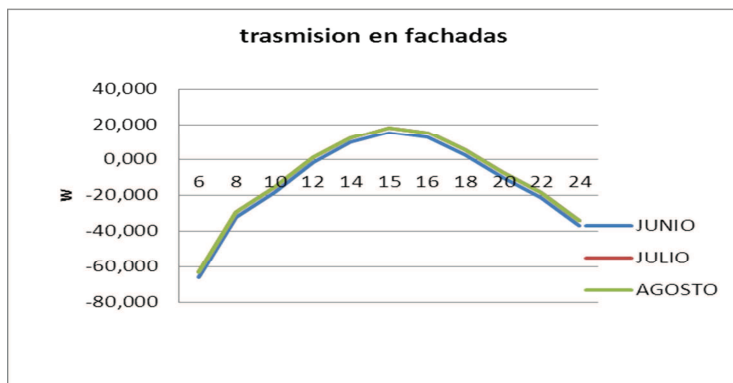


Y la carga por transmisión a través de sus ventanas:



Este espacio posee una superficie de fachadas exteriores de 9,19 m² en la misma dirección sur, siendo la carga por transmisión a través de ella de:

FACHADA SUR					
DTEjunio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE agosto	AGOSTO
-14,1	-66,085	-13,5	-63,273	-13,5	-63,273
-6,9	-32,340	-6,3	-29,527	-6,3	-29,527
-3,95	-18,513	-3,35	-15,701	-3,35	-15,701
-0,35	-1,640	0,25	1,172	0,25	1,172
2	9,374	2,6	12,186	2,6	12,186
3,25	15,232	3,85	18,045	3,85	18,045
2,65	12,420	3,25	15,232	3,25	15,232
0,55	2,578	1,15	5,390	1,15	5,390
-2,2	-10,311	-1,6	-7,499	-1,6	-7,499
-4,55	-21,325	-3,95	-18,513	-3,95	-18,513
-7,95	-37,261	-7,35	-34,449	-7,35	-34,449

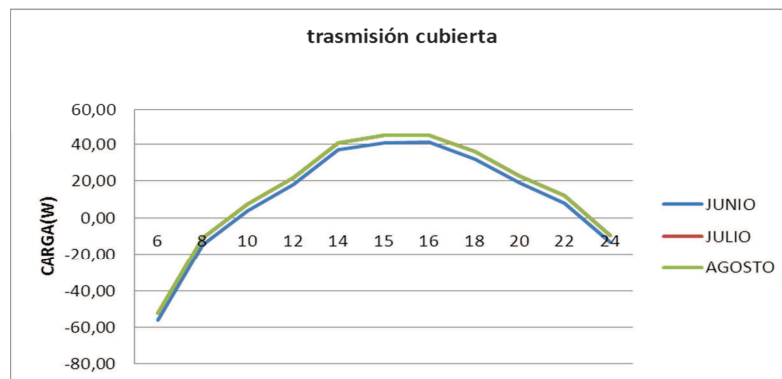


Este espacio es adyacente a un espacio no acondicionado por lo que posee particiones interiores cuya superficie es de 19,75m², la carga por transmisión a través de esta es de:

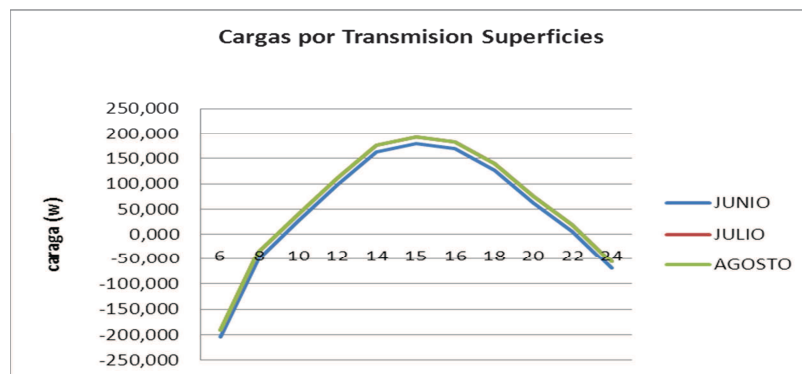
TOTAL DE TRANSMISION POR PARTC		
JUNIO	JULIO	AGOSTO
-43,54	-39,92	-39,92
0,00	3,63	3,63
21,77	25,40	25,40
43,54	47,17	47,17
61,69	65,32	65,32
65,32	68,95	68,95
61,69	65,32	65,32
48,99	52,62	52,62
28,43	32,05	32,05
10,28	13,91	13,91
-10,28	-6,65	-6,65

La cubierta de dicho espacio posee una superficie de 17,49 m² siendo la transmisión en ella:

CUBIERTAS						
HORAS	DTE Junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE Agosto	AGOSTO
6	-8,9	-56,04	-8,3	-52,26	-8,3	-52,26
8	-2,35	-14,80	-1,75	-11,02	-1,75	-11,02
10	0,6	3,78	1,2	7,56	1,2	7,56
12	2,9	18,26	3,5	22,04	3,5	22,04
14	5,9	37,15	6,5	40,93	6,5	40,93
15	6,5	40,93	7,1	44,70	7,1	44,70
16	6,55	41,24	7,15	45,02	7,15	45,02
18	5,1	32,11	5,7	35,89	5,7	35,89
20	3	18,89	3,6	22,67	3,6	22,67
22	1,3	8,19	1,9	11,96	1,9	11,96
24	-2,1	-13,22	-1,5	-9,44	-1,5	-9,44



La máxima transmisión a través de todas las superficies opacas es de:



Las cargas internas de este espacio son :

CARGAS INTERNAS OCUPACION QT=Qs+QL (W)									
HORAS	QS JUNIO	QL JUNIO	QT JUNIO	QS JULIO	QL JULIO	QT JULIO	QS AGOSTO	QL AGOSTO	QT AGOSTO
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	9,77	9,33	19,093	9,765	9,33	19,09	9,765	9,33	19,093
10	87,89	83,95	171,839	87,887	83,95	171,84	87,887	83,95	171,839
12	87,89	83,95	171,839	87,887	83,95	171,84	87,887	83,95	171,839
14	87,89	83,95	171,839	87,887	83,95	171,84	87,887	83,95	171,839
15	39,06	37,31	76,373	39,061	37,31	76,37	39,061	37,31	76,373
16	39,06	37,31	76,373	39,061	37,31	76,37	39,061	37,31	76,373
18	87,89	83,95	171,839	87,887	83,95	171,84	87,887	83,95	171,839
20	87,89	83,95	171,839	87,887	83,95	171,84	87,887	83,95	171,839
22	9,77	9,33	19,093	9,765	9,33	19,09	9,765	9,33	19,093
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ILUMINACION			EQUIPOS			
Qs	Qs	Qs	QT=QS+QL	QT(W)	QT(W)	QT(W)
JUNIO	JULIO	AGOSTO	h	JUNIO	JULIO	AGOSTO
0	0	0	6	0	0	0
26,235	26,235	26,235	8	34,98	34,98	34,98
236,115	236,115	236,115	10	314,82	314,82	314,82
236,115	236,115	236,115	12	314,82	314,82	314,82
236,115	236,115	236,115	14	314,82	314,82	314,82
104,94	104,94	104,94	15	139,92	139,92	139,92
104,94	104,94	104,94	16	139,92	139,92	139,92
236,115	236,115	236,115	18	314,82	314,82	314,82
236,115	236,115	236,115	20	314,82	314,82	314,82
26,235	26,235	26,235	22	34,98	34,98	34,98
0	0	0	24	0	0	0

VENTILACION						
h	QS junio	QL junio	QS julio	QL julio	QS agosto	QL agosto
6	0	0	0	0	0	0
8	0,00	-131,66	13,73	-145,05	13,73	-145,05
10	82,40	-138,48	96,14	-151,89	96,14	-151,89
12	164,81	-148,74	178,54	-162,17	178,54	-162,17
14	233,48	-163,06	247,21	-176,50	247,21	-176,50
15	247,21	-176,50	260,95	-189,94	260,95	-189,94
16	233,48	-163,06	247,21	-176,50	247,21	-176,50
18	185,41	-155,82	199,14	-169,25	199,14	-169,25
20	107,58	-150,50	121,32	-163,92	121,32	-163,92
22	38,91	-133,21	52,65	-146,61	52,65	-146,61
24	0	0	0	0	0	0

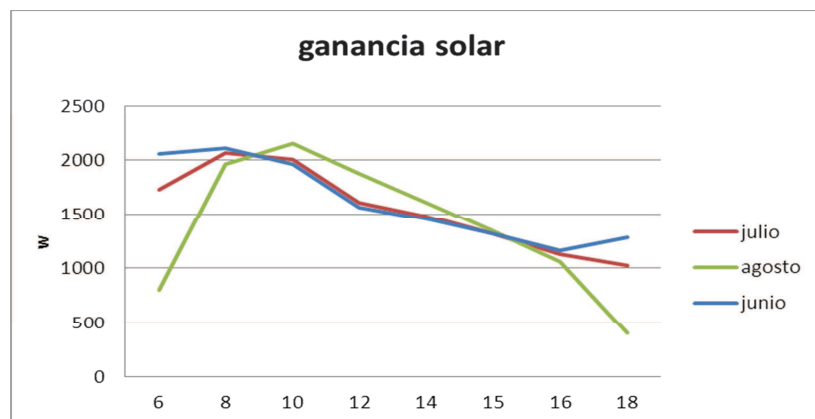
ESPACIO 8

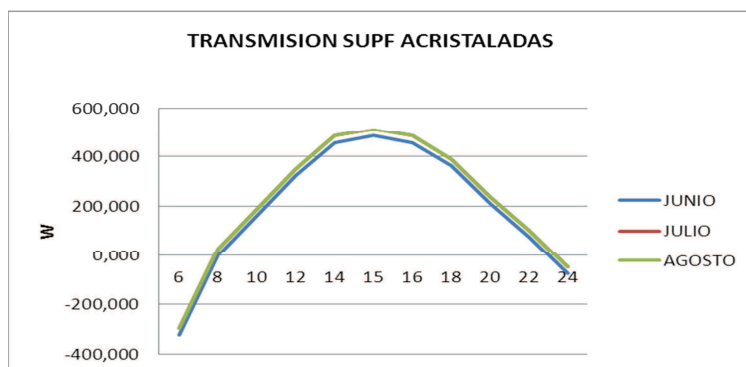
Las superficies acristaladas de éste son:

orientacion	N	S	E	O
S acristalada(m2)	11,27	6,94	6,33	1,2
St acristalada(m2)	25,74			

En la siguiente tabla se muestran las cargas por radiación a través de estas superficies:

GANANCIAS SOLARES											
ORIENTACION NORTE				SUR			ESTE			OESTE	
horas solares	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	JUNIO	JULIO
6	1043	802	263	67	58	31	933	860	503	14	13
8	634	603	487	155	155	205	1289	1280	1242	31	30
10	733	714	664	351	406	588	840	842	862	39	38
12	792	780	729	486	551	752	241	237	219	46	45
14	734	716	663	352	407	587	206	201	199	159	160
15	689	664	573	229	265	398	184	181	161	212	211
16	617	586	487	150	151	205	157	152	131	238	236
18	983	754	247	63	54	29	72	62	31	167	150
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



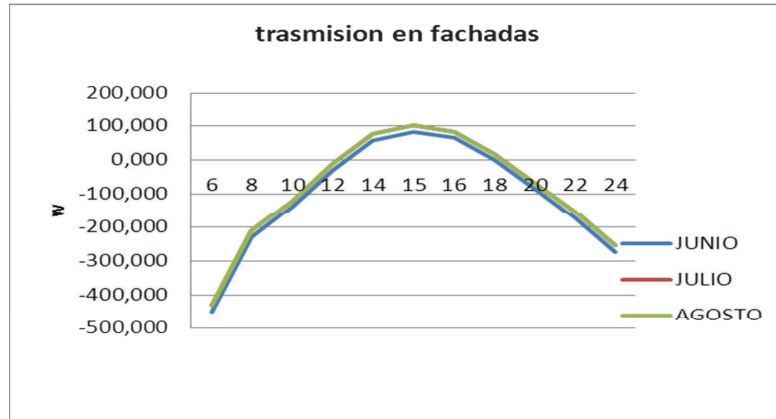


Las fachadas exteriores con las que cuenta son las siguientes

orientacion	N	S	E	O
S fachadas(m2)	33,82	20,83	2,11	3,6
Stotal (m2)	60,36			

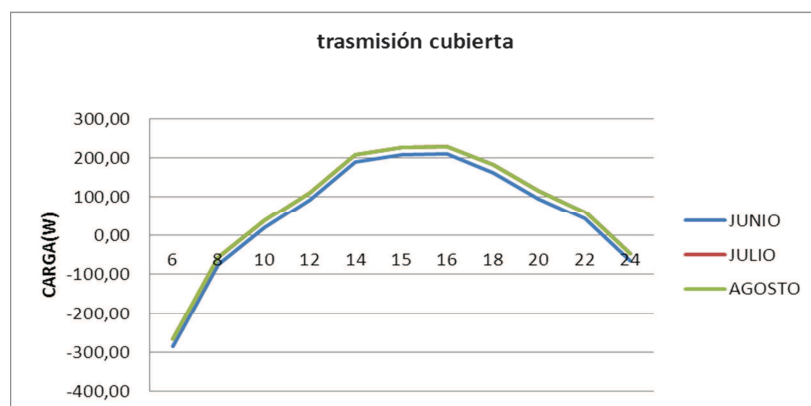
La transmisión de calor a través de estas superficies se muestra en la tabla siguiente:

FACHADA NORTE						FACHADA SUR						FACHADA ESTE						FACHADA OESTE					
DTEjunio	JUNIO	DTEjulio	JULIO	DTEagosto	AGOSTO	DTEjunio	JUNIO	DTEjulio	JULIO	DTEagosto	AGOSTO	DTEjunio	JUNIO	DTEjulio	JULIO	DTEagosto	AGOSTO	DTEjunio	JUNIO	DTEjulio	JULIO	DTEagosto	AGOSTO
-15,4	-265,62	-14,8	-255,27	-14,8	-255,27	-14,1	-149,789	-13,5	-143,415	-13,5	-143,415	-12,15	-22,307	-11,55	-21,206	-11,55	-21,206	-11,5	-12,375	-10,9	-11,729	-10,9	-11,729
-8,2	-141,44	-7,6	-131,09	-7,6	-131,09	-6,9	-73,301	-6,3	-66,927	-6,3	-66,927	-5,6	-10,282	-5	-9,180	-5	-9,180	-4,95	-5,327	-4,35	-4,681	-4,35	-4,681
-5,25	-90,55	-4,65	-80,20	-4,65	-80,20	-3,95	-41,962	-3,35	-35,588	-3,35	-35,588	-2,65	-4,865	-2,05	-3,764	-2,05	-3,764	-2	-2,152	-1,4	-1,507	-1,4	-1,507
-1,65	-28,46	-1,05	-18,11	-1,05	-18,11	-0,35	-3,718	0,25	2,656	0,25	2,656	0,95	1,744	1,55	2,846	1,55	2,846	0,95	1,022	1,55	1,668	1,55	1,668
1,35	23,29	1,95	33,63	1,95	33,63	2	21,247	2,6	27,621	2,6	27,621	3,95	7,252	4,55	8,354	4,55	8,354	3,95	4,251	4,55	4,896	4,55	4,896
1,95	33,63	2,55	43,98	2,55	43,98	3,25	34,526	3,85	40,900	3,85	40,900	4,55	8,354	5,15	9,455	5,15	9,455	4,55	4,896	5,15	5,542	5,15	5,542
1,35	23,29	1,95	33,63	1,95	33,63	2,65	28,152	3,25	34,526	3,25	34,526	3,95	7,252	4,55	8,354	4,55	8,354	3,95	4,251	4,55	4,896	4,55	4,896
-0,75	-12,94	-0,15	-2,59	-0,15	-2,59	0,55	5,843	1,15	12,217	1,15	12,217	2,5	4,590	3,1	5,692	3,1	5,692	1,85	1,991	2,45	2,636	2,45	2,636
-3,5	-60,37	-2,9	-50,02	-2,9	-50,02	-2,2	-23,371	-1,6	-16,997	-1,6	-16,997	-0,9	-1,652	-0,3	-0,551	-0,3	-0,551	-0,9	-0,968	-0,3	-0,323	-0,3	-0,323
-6,5	-112,11	-5,9	-101,76	-5,9	-101,76	-4,55	-48,336	-3,95	-41,962	-3,95	-41,962	-3,25	-5,967	-2,65	-4,865	-2,65	-4,865	-3,9	-4,197	-3,3	-3,551	-3,3	-3,551
-9,9	-170,76	-9,3	-160,41	-9,3	-160,41	-7,95	-84,455	-7,35	-78,081	-7,35	-78,081	-6,65	-12,209	-6,05	-11,108	-6,05	-11,108	-6,65	-7,156	-6,05	-6,510	-6,05	-6,510



La superficie de la cubierta de este espacio es de 88,9 m² siendo la transmisión:

CUBIERTAS						
HORAS	DTE Junio	JUNIO	DTE julio	JULIO	DTE Agosto	AGOSTO
6	-8,9	-284,84	-8,3	-265,63	-8,3	-265,63
8	-2,35	-75,21	-1,75	-56,01	-1,75	-56,01
10	0,6	19,20	1,2	38,40	1,2	38,40
12	2,9	92,81	3,5	112,01	3,5	112,01
14	5,9	188,82	6,5	208,03	6,5	208,03
15	6,5	208,03	7,1	227,23	7,1	227,23
16	6,55	209,63	7,15	228,83	7,15	228,83
18	5,1	163,22	5,7	182,42	5,7	182,42
20	3	96,01	3,6	115,21	3,6	115,21
22	1,3	41,61	1,9	60,81	1,9	60,81
24	-2,1	-67,21	-1,5	-48,01	-1,5	-48,01



Este espacio cuenta con cuatro particiones interiores ya que colinda con el espacio 7, 6 y 1, siendo dos particiones las que colindantes entre el espacio 8 y 1.

Siendo las superficies de estas particiones:

	E1	E7	E6
S particion interior(m2)	33,7404	13,764	8,7792
S total(m2)	56,2836		

La transmisión a través de las dos particiones interiores del espacio 1

TRANSMISION		PARTICIONES INT			
Te1junio	Qe1 junio	Te1 julio	Qe1 julio	Te1agosto	Qe1agosto
21,4	-73,39	21,7	-67,28	21,7	-67,28
25	0,00	25,3	6,12	25,3	6,12
26,8	36,70	27,1	42,81	27,1	42,81
28,6	73,39	28,9	79,51	28,9	79,51
30,1	103,98	30,4	110,09	30,4	110,09
30,4	110,09	30,7	116,21	30,7	116,21
30,1	103,98	30,4	110,09	30,4	110,09
29,05	82,57	29,35	88,69	29,35	88,69
27,35	47,91	27,65	54,03	27,65	54,03
25,85	17,33	26,15	23,45	26,15	23,45
24,15	-17,33	24,45	-11,21	24,45	-11,21

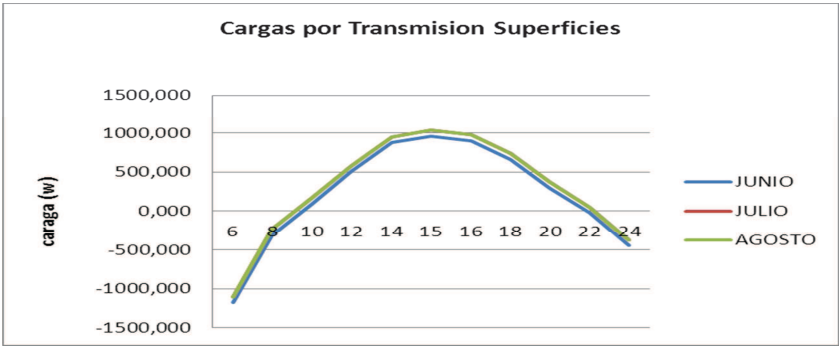
La transmisión en la partición interior del espacio 7:

espacio 7						
h	Te7junio	Qe7junio	te7julio	Qe7 julio	Te7agosto	Qe7 agosto
6	21,4	-30,342	21,7	-27,81	21,7	-27,813
8	25	0,000	25,3	2,53	25,3	2,528
10	26,8	15,171	27,1	17,70	27,1	17,699
12	28,6	30,342	28,9	32,87	28,9	32,870
14	30,1	42,984	30,4	45,51	30,4	45,513
15	30,4	45,513	30,7	48,04	30,7	48,041
16	30,1	42,984	30,4	45,51	30,4	45,513
18	29,05	34,135	29,35	36,66	29,35	36,663
20	27,35	19,807	27,65	22,34	27,65	22,335
22	25,85	7,164	26,15	9,69	26,15	9,693
24	24,15	-7,164	24,45	-4,64	24,45	-4,636

Y la del espacio 6

ESPACIO 6					
Te6 junio	QE6 junio	Te6 julio	Qe6 julio	Te6 agosto	Qe6 agosto
21,4	-19,35	21,7	-17,74	21,7	-17,74
25	0,00	25,3	1,61	25,3	1,61
26,8	9,68	27,1	11,29	27,1	11,29
28,6	19,35	28,9	20,97	28,9	20,97
30,1	27,42	30,4	29,03	30,4	29,03
30,4	29,03	30,7	30,64	30,7	30,64
30,1	27,42	30,4	29,03	30,4	29,03
29,05	21,77	29,35	23,39	29,35	23,39
27,35	12,63	27,65	14,25	27,65	14,25
25,85	4,57	26,15	6,18	26,15	6,18
24,15	-4,57	24,45	-2,96	24,45	-2,96

La carga por transmisión a través de todas las superficies opacas del espacio en cuestión



Las cargas internas de este espacio son las siguientes:

Las debidas a la ocupación del mismo

CARGAS INTERNAS OCUPACION QT=QS+QL (W)									
HORAS	QS JUNIO	QL JUNIO	QT JUNIO	QS JULIO	QL JULIO	QT JULIO	QS AGOSTO	QL AGOSTO	QT AGOSTO
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	49,64	47,41	97,049	49,636	47,41	97,05	49,636	47,41	97,049
10	446,72	426,72	873,443	446,723	426,72	873,44	446,723	426,72	873,443
12	446,72	426,72	873,443	446,723	426,72	873,44	446,723	426,72	873,443
14	446,72	426,72	873,443	446,723	426,72	873,44	446,723	426,72	873,443
15	198,54	189,65	388,197	198,543	189,65	388,20	198,543	189,65	388,197
16	198,54	189,65	388,197	198,543	189,65	388,20	198,543	189,65	388,197
18	446,72	426,72	873,443	446,723	426,72	873,44	446,723	426,72	873,443
20	446,72	426,72	873,443	446,723	426,72	873,44	446,723	426,72	873,443
22	49,64	47,41	97,049	49,636	47,41	97,05	49,636	47,41	97,049
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A la iluminación y equipos:

ILUMINACION			EQUIPOS			
Qs	Qs	Qs	QT=QS+QL	QT(W)	QT(W)	QT(W)
JUNIO	JULIO	AGOSTO	h	JUNIO	JULIO	AGOSTO
0	0	0	6	0	0	0
133,35	133,35	133,35	8	177,8	177,8	177,8
1200,15	1200,15	1200,15	10	1600,2	1600,2	1600,2
1200,15	1200,15	1200,15	12	1600,2	1600,2	1600,2
1200,15	1200,15	1200,15	14	1600,2	1600,2	1600,2
533,4	533,4	533,4	15	711,2	711,2	711,2
533,4	533,4	533,4	16	711,2	711,2	711,2
1200,15	1200,15	1200,15	18	1600,2	1600,2	1600,2
1200,15	1200,15	1200,15	20	1600,2	1600,2	1600,2
133,35	133,35	133,35	22	177,8	177,8	177,8
0	0	0	24	0	0	0

Las referentes a la introducción de aire exterior son las que se muestran

VENTILACION						
h	QS junio	QL junio	QS julio	QL julio	QS agosto	QL agosto
6	0	0	0	0	0	0
8	0,00	-669,20	69,81	-737,28	69,81	-737,28
10	418,85	-703,90	488,66	-772,07	488,66	-772,07
12	837,70	-756,06	907,51	-824,30	907,51	-824,30
14	1186,75	-828,80	1256,56	-897,11	1256,56	-897,11
15	1256,56	-897,11	1326,37	-965,42	1326,37	-965,42
16	1186,75	-828,80	1256,56	-897,11	1256,56	-897,11
18	942,42	-792,00	1012,23	-860,26	1012,23	-860,26
20	546,84	-765,00	616,64	-833,18	616,64	-833,18
22	197,79	-677,11	267,60	-745,22	267,60	-745,22
24	0	0	0	0	0	0

VOLUMEN D: RESULTADOS

INDICE

1. HOJAS DE CARGA DE LOS ESPACIOS A ACONDICIONAR

1.1. Hojas de carga de refrigeración.....2

1.2 .Hojas de carga de calefacción.....10

2. CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGETICA

2.1. Certificado de eficiencia energética de la situación de partida.....14

2.2. Certificado de eficiencia energética considerando la sustitución de luminarias.....20

2.3 .Certificado de eficiencia energética considerando las mejoras constructivas.....26

2.4. Certificado de eficiencia energética considerando las mejoras en el sistema de
climatización.....32

1. HOJAS DE CARGA DE LOS ESPACIOS A ACONDICIONAR**1.1 .Hojas de carga de refrigeración****ESPACIO 3**

2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA (AGOSTO 15h)						
orientacion	cerramiento	K	S	DTE	Qs(w)	
2.1.Transmisión superficies exteriores opacas						
N	fachada	0,51	0	1,95	0,00	
S	fachada	0,51	3,72	2,6	4,93	
E	fachada	0,51	0	4,55	0,00	
O	fachada	0,51	0	4,55	0,00	
					4,93	
2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores						
N	Ventana	1,74	0	10,8	0,00	
S	Ventana	1,74	0	10,8	0,00	
E	Ventana	1,74	0	10,8	0,00	
O	Ventana	1,74	0	10,8	0,00	
					0,00	
2.4.Transmisión suelo y techo						
	cubierta	0,36	7,5	6,5	17,55	
	suelo	0,85	7,5	0	0	
					17,55	
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN					22,48	
3.CARGA INTERIOR DEL LOCAL (Agosto 15h)						
CONCEPTO	n	qs(W/ud)	ql(w/ud)	QS(w)	QL(w)	QT(w)
ocupacion	1	67	64	37,69	36	73,6875
Al.fluorescent	90%	81		101,25		101,25
aparatos	90%	135	135	121,5	13,50	135
TOTAL CARGA INTERIOR				260,4375	49,50	309,9375
1.MAXIMA CARGA POR INSOLACION						0,00
2.MAXIMA CARGA POR TRANSMISION						22,48
3.MAXIMA CARGA INTERIOR						309,9375
TOTAL carga local (W)						332,42

4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO	%S	%L		QS	QL	QT
Seguridad	10	10		28,29	4,95	33,24
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				28,29	4,95	33,24
5.VENTILACION (AGOSTO 15h)						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	1	25,3125		95,41	-68,12	27,29
1.CARGA LOCAL				282,92	49,50	332,42
2.CARGA SUPLEMENTARIA				28,29	4,95	33,24
3.CARGA DE AIRE ETERIOR				95,41	-68,12	27,29
		TOTAL (W)		406,62	-13,67	392,95

ESPACIO 4

CARGAS TERMICAS DE REFRIGERACION										
1.CARGAS POR INSOLACION SUPERFICIES TRANSLUCIDAS (AGOSTO 12H)										
orientacion	cerramiento	radiacion	superficie	k1	k2	k3	k4	k5	k6	QS(W)
N	ventana	112	0	1	0,73	1	0,9	1,015	0,86	0,00
S	ventana	469	2,7	1	0,73	0,4	0,9	1,015	0,86	291,86
E	ventana	120	0	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,86	0,00
O	ventana	496	0	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,87	0,00
TOTAL CARGA POR INSOLACION										291,86

2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA (AGOSTO 15h)					
orientacion	cerramiento	K	S	DTE	Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>					
N	fachada	0,51	0	1,95	0,00
S	fachada	0,51	8,11	2,6	10,75
E	fachada	0,51	0	4,55	0,00
O	fachada	0,51	0	4,55	0,00
					10,75
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>					
N	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
S	Ventana	1,74	2,7	10,8	50,74
E	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
O	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
					50,74
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>					
	cubierta	0,36	11,02	6,5	25,79
	suelo	0,85	11,02	0	0
					25,79
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN					87,28

3.CARGA INTERIOR DEL LOCAL (Agosto 15h)						
CONCEPTO	n	qs(W/ud)	ql(w/ud)	QS(w)	QL(w)	QT(w)
ocupacion	1	67	64	55,38	52,896	108,2715
Al.fluorescent	90%	119,016		148,77		148,77
aparatos	90%	198,36	198,36	178,524	19,84	198,36
TOTAL CARGA INTERIOR				382,6695	72,73	455,4015
1.MAXIMA CARGA POR INSOLACION				291,86		291,86
2.MAXIMA CARGA POR TRANSMISION				87,28		87,28
3.MAXIMA CARGA INTERIOR				382,67	72,73	455,4015
TOTAL carga local (W)				761,81	72,73	834,54

4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO	%S	%L		QS	QL	QT
Seguridad	10	10		76,18	7,27	83,45
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				76,18	7,27	83,45
5.VENTILACION (AGOSTO 15h)						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	1	37,1925		140,19	-100,09	40,10
1.CARGA LOCAL				761,81	72,73	834,54
2.CARGA SUPLEMENTARIA				76,18	7,27	83,45
3.CARGA DE AIRE ETERIOR				140,19	-100,09	40,10
		TOTAL (W)		978,17	-20,08	958,09

ESPACIO 5

CARGAS TERMICAS DE REFRIGERACION										
1.CARGAS POR INSOLACION SUPERFICIES TRANSLUCIDAS (AGOSTO 12H)										
orientacion	cerramiento	radiacion	superficie	k1	k2	k3	k4	k5	k6	QS(W)
N	ventana	112	0	1	0,73	1	0,9	1,015	0,86	0,00
S	ventana	469	3,06	1	0,73	0,4	0,9	1,015	0,86	330,77
E	ventana	120	0	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,86	0,00
O	ventana	496	0	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,87	0,00
TOTAL CARGA POR INSOLACION										330,77

2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA (AGOSTO 15h)					
orientacion	cerramiento	K	S	DTE	Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>					
N	fachada	0,51	0	1,95	0,00
S	fachada	0,51	9,19	2,6	12,19
E	fachada	0,51	0	4,55	0,00
O	fachada	0,51	0	4,55	0,00
					12,19
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>					
N	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
S	Ventana	1,74	3,06	10,8	57,50
E	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
O	Ventana	1,74	0	10,8	0,00
					57,50
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>					
	cubierta	0,36	17,49	6,5	40,93
	suelo	0,85	17,49	0	0
					40,93
<u>2.3.Transmision superficies opacas interiores</u>					
e6	Particion Int	0,612	19,75	5,4	65,32
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN					175,93

3.CARGA INTERIOR DEL LOCAL (Agosto 15h)						
CONCEPTO	n	qs(W/ud)	ql(w/ud)	QS(w)	QL(w)	QT(w)
ocupacion	1	67	64	87,89	83,952	171,83925
Al.fluorescent	90%	188,892		236,115		236,12
aparatos	90%	314,82	314,82	283,338	31,48	314,82
TOTAL CARGA INTERIOR				607,34025	115,43	722,77425
1.MAXIMA CARGA POR INSOLACION				330,77		330,77
2.MAXIMA CARGA POR TRANSMISION				175,93		175,93
3.MAXIMA CARGA INTERIOR				607,34	115,43	722,77425
TOTAL carga local (W)				1114,05	115,43	1229,48
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO	%S	%L		QS	QL	QT
Seguridad	10	10		111,40	11,54	122,95
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				111,40	11,54	122,95
5.VENTILACION (AGOSTO 15h)						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	1	59,02875		222,49	-158,85	63,64
1.CARGA LOCAL				1114,05	115,43	1229,48
2.CARGA SUPLEMENTARIA				111,40	11,54	122,95
3.CARGA DE AIRE ETERIOR				222,49	-158,85	63,64
		TOTAL (W)		1447,94	-31,87	1416,07

ESPACIO 8

1.CARGAS POR INSOLACION SUPERFICIES TRANSLUCIDAS (AGOSTO 10H)										
orientacion	cerramiento	radiacion	superficie	k1	k2	k3	k4	k5	k6	QS(W)
N	ventana	102	11,27	1	0,73	1	0,9	1,015	0,86	662,57
S	ventana	367	6,94	1	0,73	0,4	0,9	1,015	0,86	587,03
E	ventana	472	6,33	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,86	857,26
O	ventana	109	1,2	1	0,73	0,5	0,9	1,015	0,87	37,75
TOTAL CARGA POR INSOLACION										2144,60

2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA (AGOSTO 15h)					
orientacion	cerramiento	K	S	DTE	Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>					
N	fachada	0,51	33,82	1,95	33,63
S	fachada	0,51	20,83	2,6	27,62
E	fachada	0,51	2,11	4,55	4,90
O	fachada	0,51	3,6	4,55	8,35
					74,50
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>					
N	Ventana	1,74	11,27	10,8	211,79
S	Ventana	1,74	6,94	10,8	130,42
E	Ventana	1,74	6,33	10,8	118,95
O	Ventana	1,74	1,2	10,8	22,55
					483,71
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>					
	cubierta	0,36	88,9	6,5	208,03
	suelo	0,85	88,9	0	0
					208,03
<u>2.3.Transmisión superficies opacas interiores</u>					
e6	Particion Int	0,612	28,53	5,4	94,35
e1	Particion Int	0,612	22,84	5,4	75,53
	Particion Int	0,612	10,45	5,4	34,57
e5	Particion Int	0,612	13,764	5,4	45,51
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN					249,95
					1110,54

3.CARGA INTERIOR DEL LOCAL (Agosto 15h)						
CONCEPTO	n	qs(W/ud)	ql(w/ud)	QS(w)	QL(w)	QT(w)
ocupacion	7	67	64	446,72	426,72	873,4425
Al.fluorescent	90%	960,12		1200,15		1200,15
aparatos	90%	1600,2	1600,2	1440,18	160,02	1600,2
TOTAL CARGA INTERIOR				3087,0525	586,74	3673,7925
1.MAXIMA CARGA POR INSOLACION				2144,60		2144,60
2.MAXIMA CARGA POR TRANSMISION				1110,54		1110,54
3.MAXIMA CARGA INTERIOR				3087,05	586,74	3673,7925
TOTAL carga local (W)				6342,19	586,74	6928,93
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO	%S	%L		QS	QL	QT
Seguridad	10	10		634,22	58,67	692,89
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				634,22	58,67	692,89
5.VENTILACION (AGOSTO 15h)						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	7	300,0375		1130,90	-807,40	323,50
1.CARGA LOCAL				6342,19	586,74	6928,93
2.CARGA SUPLEMENTARIA				634,22	58,67	692,89
3.CARGA DE AIRE ETERIOR				1130,90	-807,40	323,50
		TOTAL (W)		8107,31	-161,99	7945,33

1.2 .Hojas de carga de calefacción

ESPACIO 3

CARGAS CALEFACCION						
Local	e0					
S(m2)	7,5					
Text	0,3	HRExt	69%			
Tint	22	HRint	55%			
2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA						
orientacion	cerramiento	K	S	DTE		Qs(w)
2.1.Transmisión superficies exteriores opacas						
N	fachada	0,51	0	21,7		0,00
S	fachada	0,51	3,72	21,7		41,17
E	fachada	0,51	0	21,7		0,00
O	fachada	0,51	0	21,7		0,00
2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores						
N	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
S	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
E	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
O	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
2.4.Transmisión suelo y techo						
	cubierta	0,36	7,5	21,7		58,59
	suelo	0,85	7,5	16		102,00
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN						201,76
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO		%S	%L	QS	QL	QT
Seguridad		10	10	20,28	13,59	33,87
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				20,28	13,59	33,87
4.VENTILACION						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	0,625	28,125		202,79	135,884963	338,68
1.CARGA LOCAL						
				201,76		201,76
2.CARGA SUPLEMENTARIA						
				20,28	13,59	33,87
3.CARGA DE AIRE ETERIOR						
				202,79	135,884963	338,68
TOTAL PT (W)				424,83	149,47	574,30

ESPACIO 4

CARGAS CALEFACCION						
Local	e04					
S(m2)	11,02					
Text	0,3	HRext	69%			
Tint	22	HRint	55%			
2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA						
orientacion	cerramiento	K	S	DTE		Qs(w)
21.Transmisión superficies exteriores opacas						
N	fachada	0,51	0	21,7		0,00
S	fachada	0,51	8,11	21,7		89,75
E	fachada	0,51	0	21,7		0,00
O	fachada	0,51	0	21,7		0,00
2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores						
N	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
S	Ventana	1,74	2,7	21,7		101,95
E	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
O	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
2.4.Transmisión suelo y techo						
	cubierta	0,36	11,02	21,7		86,09
	suelo	0,85	11,02	16		149,87
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN						427,66
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO		%S	%L	QS	QL	QT
Seguridad		10	10	29,80	19,97	49,76
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				29,80	19,97	49,76
4.VENTILACION						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	0,91833333	41,325		297,97	199,660305	497,63
1.CARGA LOCAL						
				427,66		427,66
2.CARGA SUPLEMENTARIA						
				29,80	19,97	49,76
3.CARGA DE AIRE ETERIOR						
				297,97	199,660305	497,63
TOTAL PT (W)				755,42	219,63	975,05

ESPACIO 5

CARGAS CALEFACCION						
Local	e05					
S(m2)	17,49					
Text	0,3	HRExt	69%			
Tint	22	HRint	55%			
2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA						
orientacion	cerramiento	K	S	DTE		Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>						
N	fachada	0,51	0	21,7		0,00
S	fachada	0,51	9,19	21,7		101,71
E	fachada	0,51	0	21,7		0,00
O	fachada	0,51	0	21,7		0,00
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>						
N	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
S	Ventana	1,74	3,06	21,7		115,54
E	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
O	Ventana	1,74	0	21,7		0,00
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>						
	cubierta	0,36	17,49	21,7		136,63
	suelo	0,85	17,49	16		237,86
<u>2.3.Transmision superficies opacas interiores</u>						
e5	Particion Int	0,612	19,75	11,15		134,85
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN						726,59
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO		%S	%L	QS	QL	QT
Seguridad		10	10	47,29	31,69	78,98
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				47,29	31,69	78,98
4. VENTILACION						
RITE (dm3/s.persona)	n	q(m3/h)		QS	QL	QT
12,5	1,4575	65,5875		472,91	316,883733	789,79
1.CARGA LOCAL						
				726,59		726,59
2.CARGA SUPLEMENTARIA						
				47,29	31,69	78,98
3.CARGA DE AIRE ETERIOR						
				472,91	316,883733	789,79
TOTAL PT (W)				1246,79	348,57	1595,36

ESPACIO 8

CARGAS CALEFACCION						
Local	e08					
S(m2)	88,9					
Text	0,3	HRExt	69%			
Tint	22	HRint	55%			
2.CARGA POR TRANSMISION SUPERFICIE TRANSLUCIDA y OPACA						
orientacion	cerramiento	K	S	DTE		Qs(w)
<u>2.1.Transmisión superficies exteriores opacas</u>						
N	fachada	0,51	33,82	21,7		374,29
S	fachada	0,51	20,83	21,7		230,53
E	fachada	0,51	2,11	21,7		23,35
O	fachada	0,51	3,6	21,7		39,84
<u>2.2. Transmisión superficies translucidas exteriores</u>						
N	Ventana	1,74	11,27	21,7		425,53
S	Ventana	1,74	6,94	21,7		262,04
E	Ventana	1,74	6,33	21,7		239,01
O	Ventana	1,74	1,2	21,7		45,31
<u>2.4.Transmisión suelo y techo</u>						
	cubierta	0,36	88,9	21,7		694,49
	suelo	0,85	88,9	16		1209,04
<u>2.3.Transmision superficies opacas interiores</u>						
e1	Particion Int	0,612	22,8408	11,15		155,95
	Particion Int	0,612	10,4532	11,15		71,33
e6	Particion Int	0,612	9,1	11,15		62,13
e7	Particion Int	0,612	13,764	11,15		93,98
TOTAL CARGAS POR TRANSMISIÓN						3926,81
4.CARGAS SUPLEMENTARIAS						
CONCEPTO		%S	%L	QS	QL	QT
Seguridad		10	10	240,37	161,07	401,44
TOTAL CARGA SUPLEMENTARIA (W)				240,37	161,07	401,44
4.VENTILACION						
RITE (dm3/s.persona)		n	q(m3/h)	QS	QL	QT
12,5		7,40833333	333,375	2403,75	1610,68976	4014,44
1.CARGA LOCAL				3926,81		3926,81
2.CARGA SUPLEMENTARIA				240,37	161,07	401,44
3.CARGA DE AIRE ETERIOR				2403,75	1610,68976	4014,44
TOTAL PT (W)				6570,93	1771,76	8342,69

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Nombre del Proyecto		
Dirección	C/ Nombre Calle s/n - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
Zona climática	D3	Año construcción	Entre 1979 y 2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Normativa		
Referencia/s catastral/es	Ref. Catastral		

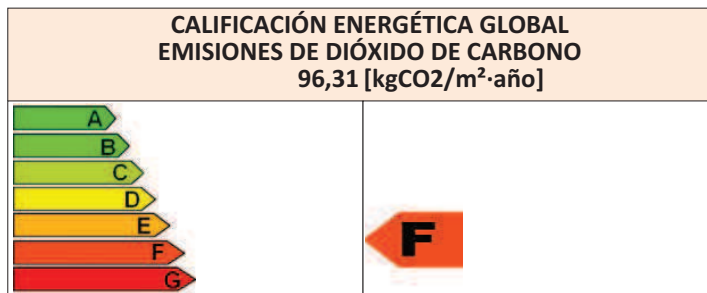
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vivienda
<input type="checkbox"/> Unifamiliar
<input type="checkbox"/> Bloque
<input type="checkbox"/> Bloque completo
<input type="checkbox"/> Vivienda individual | <input checked="" type="checkbox"/> Terciario
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo
<input type="checkbox"/> Local |
|--|--|

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Autor	NIF	NIF
Razón social	Razon social	CIF	CIF
Domicilio	Domicilio		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
e-mail:	Email		
Titulación habilitante según normativa vigente	Titulación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:		CE3 v1.0.1776.551; Fecha: 8-abr-2013	

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 17 / 2 / 2014

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organo Territorial Competente:


ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m2]	213,12
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
DET_Fachadas001	Fachadas	180,65	0,51	Definido por usuario
DET_Cubiertas001	Cubiertas	213,12	0,57	Definido por usuario
DET_Partición interior vertical002	Partición interior vertical	209,44	0,81	Definido por usuario
DET_Suelos003	Suelos	213,12	1,02	Definido por usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo energía	Modo de obtención.
Bomba de Calor 2 Tubos002	Bomba de calor 2 tubos	Pot. Nom. Calef. = 1	EER = 3,67 COP = 3,0	Electricidad	Definido por el usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA CTE002				
Tipo	UTA completa				
Zona asociada	P02_E02, P02_E03, P02_E04, P02_E05, P02_E08				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento calor [%]	Rendimiento frío [%]		
12,90	12,90	-	-		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	No	-		

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
--------	------	-------------------

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
UTA CTE002	Ventilador	
Grupo de primarios004	Bomba	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]
P02_E01	12,00	4,00	300,00
P02_E02	12,00	4,00	300,00
P02_E03	12,00	4,00	300,00
P02_E04	12,00	4,00	300,00
P02_E05	12,00	4,00	300,00
P02_E06	12,00	4,00	300,00
P02_E07	12,00	4,00	300,00
P02_E08	12,00	4,00	300,00

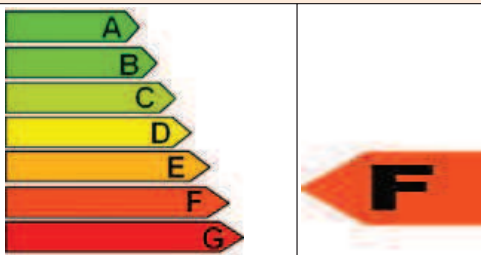
5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
P02_E01	17,50	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E02	37,58	GT2-ACONDICIONADO
P02_E03	7,50	GT2-ACONDICIONADO
P02_E04	11,02	GT2-ACONDICIONADO
P02_E05	17,49	GT2-ACONDICIONADO
P02_E06	12,99	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E07	20,14	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E08	88,90	GT2-ACONDICIONADO

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

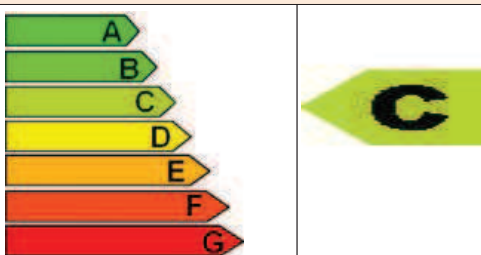
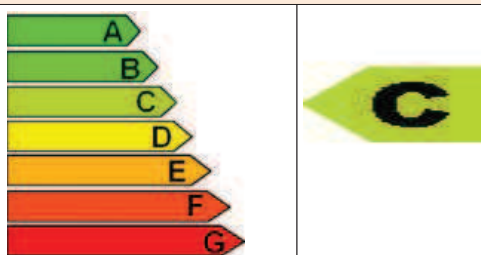
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,89	F	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		46,87		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		3,26	G	1,14	D
		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m²•año]	
		96,31		31,15	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

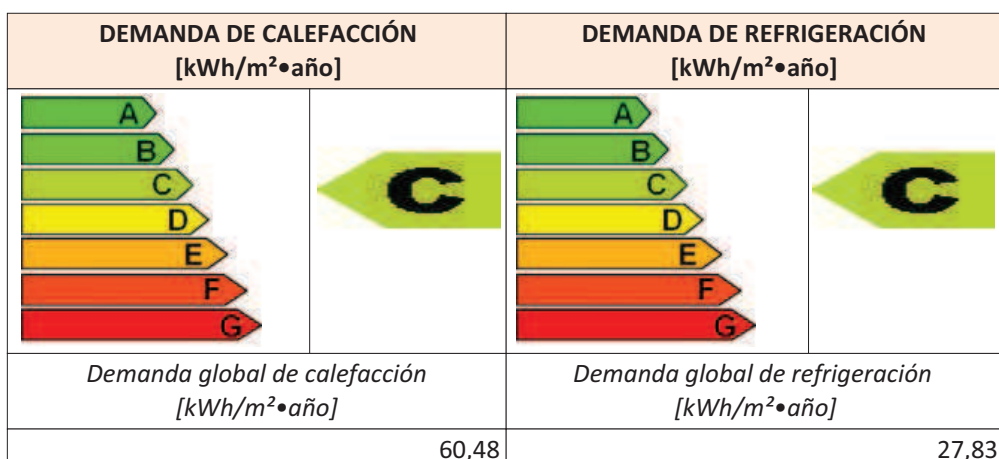
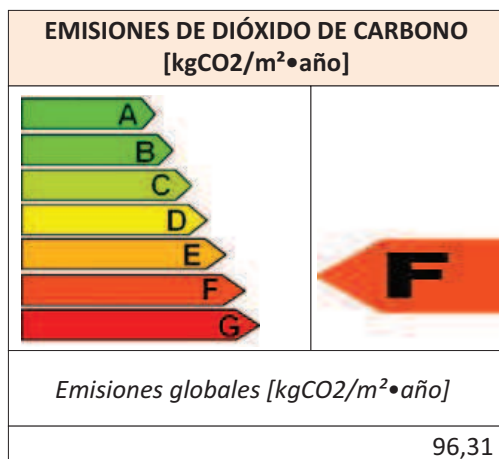
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
60,48		27,83	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div><div>F</div></div>		CALEFACCIÓN		ACS			
		1,67	F	0,00	A		
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]			
		187,98		0,00			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		3,20	G	1,14	D		
		Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]		Energía primaria iluminación [kWh/m²•año]	
		386,47	124,92	73,57			

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² •año]	60,48	C	27,83	C	0,00	A				
Diferencia con situación inicial	0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)					
Energía primaria [kWh/m ² •año]	187,98	F	124,92	G	0,00	A	73,57	D	386,47	F
Diferencia con situación inicial	0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² •año]	46,87	F	31,15	G	0,00	A	18,29	D	96,31	F
Diferencia con situación inicial	0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas en el edificio

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Nombre del Proyecto		
Dirección	C/ Nombre Calle s/n - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
Zona climática	D3	Año construcción	Posterior a 2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Normativa		
Referencia/s catastral/es	Ref. Catastral		

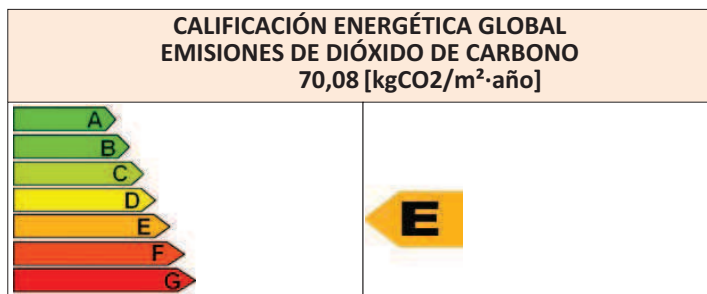
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vivienda
<input type="checkbox"/> Unifamiliar
<input type="checkbox"/> Bloque
<input type="checkbox"/> Bloque completo
<input type="checkbox"/> Vivienda individual | <input checked="" type="checkbox"/> Terciario
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo
<input type="checkbox"/> Local |
|--|--|

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Autor	NIF	NIF
Razón social	Razon social	CIF	CIF
Domicilio	Domicilio		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
e-mail:	Email		
Titulación habilitante según normativa vigente	Titulación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:		CE3 v1.0.1776.551; Fecha: 9-abr-2013	

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 28 / 5 / 2014

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m2]	213,12
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
DET_Fachadas001	Fachadas	179,44	0,51	Definido por usuario
DET_Partición interior vertical002	Partición interior vertical	209,44	0,81	Definido por usuario
DET_Cubiertas004	Cubiertas	213,12	0,49	Definido por usuario
DET_Suelos004	Suelos	213,12	0,38	Definido por usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo energía	Modo de obtención.
Bomba de Calor 2 Tubos002	Bomba de calor 2 tubos	Pot. Nom. Calef. = 1	EER = 3,67 COP = 3,0	Electricidad	Definido por el usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA CTE002			
Tipo	UTA completa			
Zona asociada	P02_E02, P02_E03, P02_E04, P02_E05, P02_E08			
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento calor [%]	Rendimiento frío [%]	
12,90	12,90	-	-	
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control	
No	No	No	-	

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
UTA CTE002	Ventilador	

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
Grupo de primarios004	Bomba	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]
P02_E01	4,28	8,56	50,00
P02_E02	17,96	3,59	500,00
P02_E03	20,00	4,00	500,00
P02_E04	20,41	4,08	500,00
P02_E05	17,15	3,43	500,00
P02_E06	5,77	11,54	50,00
P02_E07	3,72	7,44	50,00
P02_E08	2,53	5,06	50,00

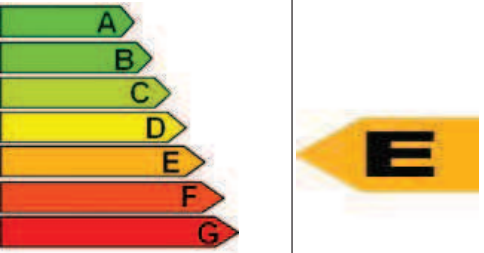
5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
P02_E01	17,50	GT2-e1-NO ACONDICIONADO
P02_E02	37,58	GT2-e2-ACONDICIONADO
P02_E03	7,50	GT2-e3-ACONDICIONADO
P02_E04	11,02	GT2-e4-ACONDICIONADO
P02_E05	17,49	GT2-e5-ACONDICIONADO
P02_E06	12,99	GT2-e6-NO ACONDICIONADO
P02_E07	20,14	GT2-e7-NO ACONDICIONADO
P02_E08	88,90	GT2-e8-ACONDICIONADO

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

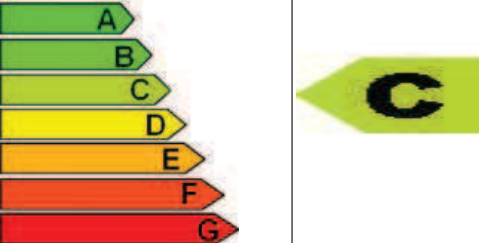
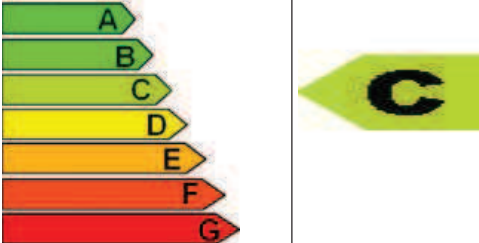
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,47	E	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		36,60		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,14	G	1,01	F
		Emisiones globales [kgCO2/m²•año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]	
70,08		20,61		12,87	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

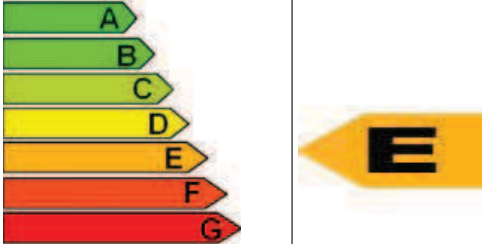
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

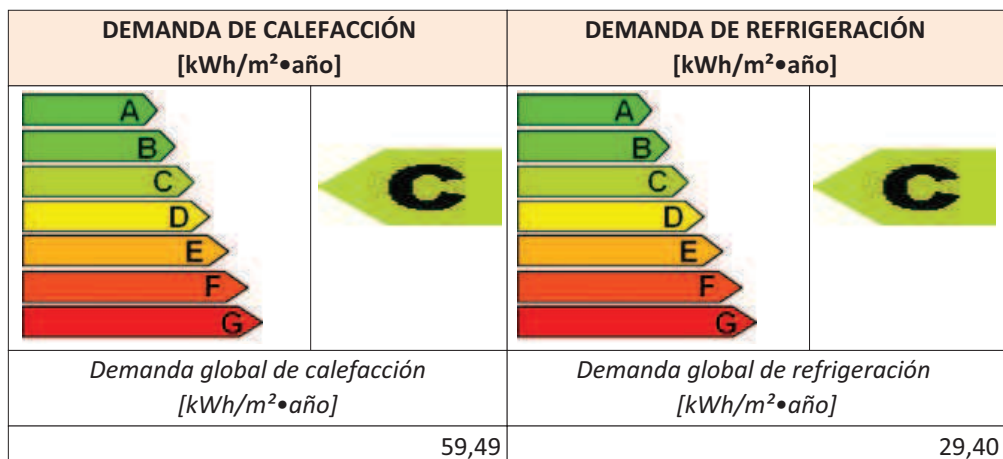
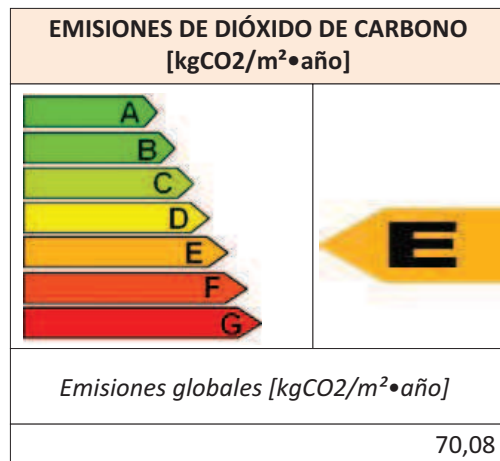
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
59,49		29,40	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,30	D	0,00	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		146,78		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,10	G	1,01	F
		Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]	
281,21		82,66		51,77	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² •año]	59,49	C	29,40	C	0,00	A				
Diferencia con situación inicial	0,56 (0,95%)		-0,35 (-1,18%)		0,00 (0,00%)					
Energía primaria [kWh/m ² •año]	146,78	D	82,66	G	0,00	A	51,77	F	281,21	E
Diferencia con situación inicial	-0,25 (-0,17%)		0,09 (0,11%)		0,00 (0,00%)		-21,80 (-29,63%)		-21,96 (-7,24%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² •año]	36,60	E	20,61	G	0,00	A	12,87	F	70,08	E
Diferencia con situación inicial	-0,06 (-0,16%)		0,02 (0,10%)		0,00 (0,00%)		-5,42 (-29,63%)		-5,46 (-7,23%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas en el edificio

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Nombre del Proyecto		
Dirección	C/ Nombre Calle s/n - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
Zona climática	D3	Año construcción	Posterior a 2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Normativa		
Referencia/s catastral/es	Ref. Catastral		

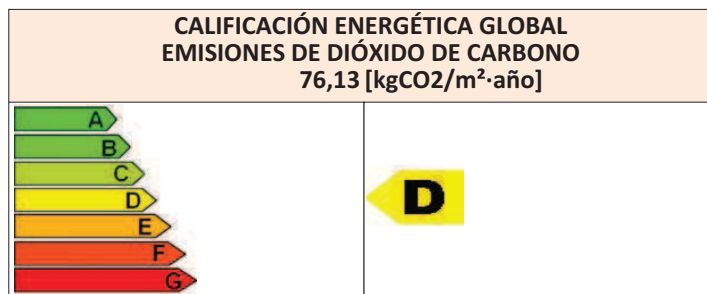
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vivienda
<input type="checkbox"/> Unifamiliar
<input type="checkbox"/> Bloque
<input type="checkbox"/> Bloque completo
<input type="checkbox"/> Vivienda individual | <input checked="" type="checkbox"/> Terciario
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo
<input type="checkbox"/> Local |
|--|--|

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Autor	NIF	NIF
Razón social	Razon social	CIF	CIF
Domicilio	Domicilio		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
e-mail:	Email		
Titulación habilitante según normativa vigente	Titulación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:		CE3 v1.0.1776.551; Fecha: 9-abr-2013	

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 27 / 4 / 2014

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m2]	213,12
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
DET_Fachadas001	Fachadas	179,44	0,51	Definido por usuario
DET_Cubiertas002	Cubiertas	213,12	0,37	Definido por usuario
DET_Suelos005	Suelos	213,12	0,38	Definido por usuario
DET_Partición interior vertical001	Partición interior vertical	209,44	0,68	Definido por usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo energía	Modo de obtención.
Bomba de Calor 2 Tubos002	Bomba de calor 2 tubos	Pot. Nom. Calef. = 1	EER = 3,67 COP = 3,0	Electricidad	Definido por el usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA CTE002				
Tipo	UTA completa				
Zona asociada	P02_E02, P02_E03, P02_E04, P02_E05, P02_E08				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento calor [%]	Rendimiento frío [%]		
12,90	12,90	-	-		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	No	-		

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
UTA CTE002	Ventilador	

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
Grupo de primarios004	Bomba	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]
P02_E01	12,00	24,00	50,00
P02_E02	12,00	2,40	500,00
P02_E03	12,00	2,40	500,00
P02_E04	12,00	2,40	500,00
P02_E05	12,00	2,40	500,00
P02_E06	12,00	2,40	500,00
P02_E07	12,00	24,00	50,00
P02_E08	12,00	2,40	500,00

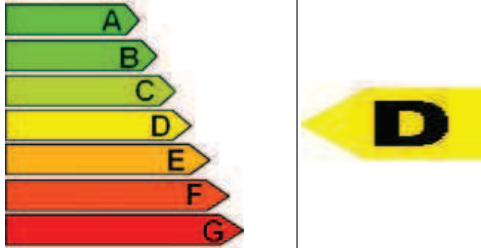
5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
P02_E01	17,50	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E02	37,58	GT2-ACONDICIONADO
P02_E03	7,50	GT2-ACONDICIONADO
P02_E04	11,02	GT2-ACONDICIONADO
P02_E05	17,49	GT2-ACONDICIONADO
P02_E06	12,99	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E07	20,14	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E08	88,90	GT2-ACONDICIONADO

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

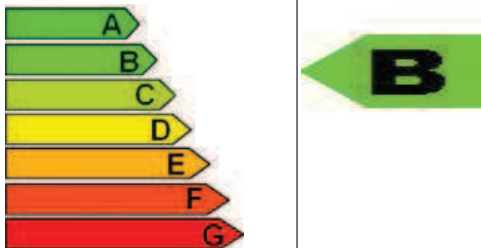
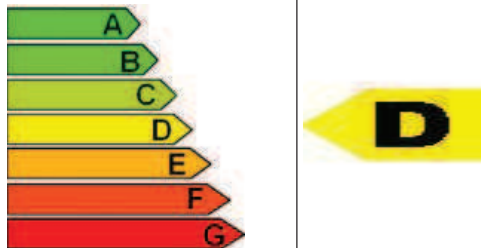
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,29	D	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		31,90		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,67	G	0,68	G
		Emisiones globales [kgCO2/m²•año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]	
76,13		25,94		18,29	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

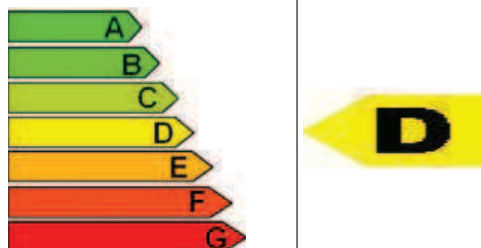
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

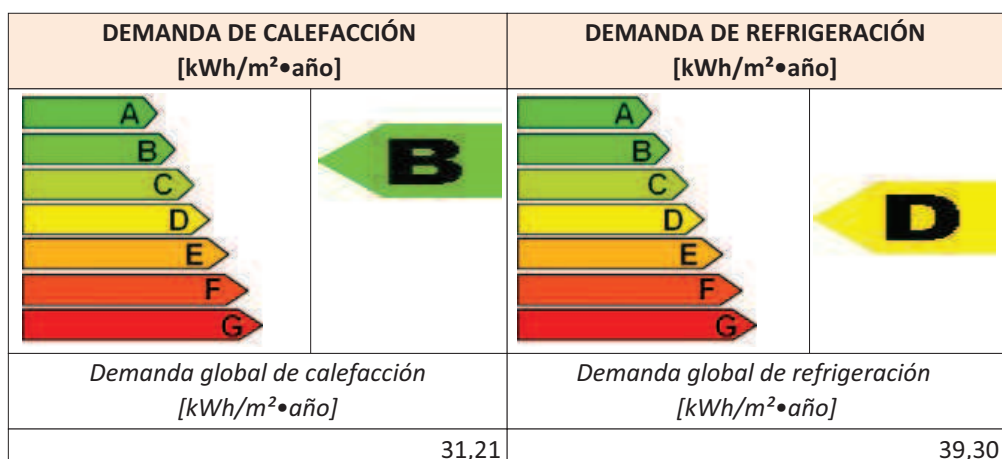
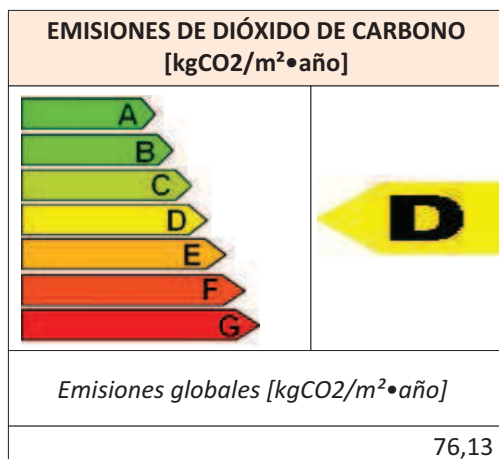
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]</i>	
31,21		39,30	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,14	D	0,00	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		127,95		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,63	G	0,68	G
		Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]	
305,58		104,06		73,57	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m²•año]	31,21	B	39,30	D	0,00	A				
Diferencia con situación inicial	-27,72 (-47,04%)		9,55 (32,10%)		0,00 (0,00%)					
Energía primaria [kWh/m²•año]	127,95	D	104,06	G	0,00	A	73,57	G	305,58	D
Diferencia con situación inicial	-19,08 (-12,98%)		21,49 (26,03%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		2,41 (0,79%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m²•año]	31,90	D	25,94	G	0,00	A	18,29	G	76,13	D
Diferencia con situación inicial	-4,76 (-12,98%)		5,35 (25,98%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		0,59 (0,78%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a ??à? por el técn??o ??rt??icad?? durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas en el edificio

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Nombre del Proyecto		
Dirección	C/ Nombre Calle s/n - - - -		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
Zona climática	D3	Año construcción	Posterior a 2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Normativa		
Referencia/s catastral/es	Ref. Catastral		

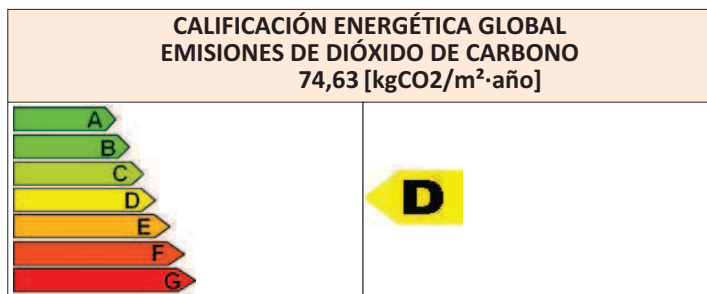
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vivienda
<input type="checkbox"/> Unifamiliar
<input type="checkbox"/> Bloque
<input type="checkbox"/> Bloque completo
<input type="checkbox"/> Vivienda individual | <input checked="" type="checkbox"/> Terciario
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo
<input type="checkbox"/> Local |
|--|--|

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Autor	NIF	NIF
Razón social	Razon social	CIF	CIF
Domicilio	Domicilio		
Municipio	Localidad	Código Postal	Código Postal
Provincia	Provincia	Comunidad Autónoma	Comunidad Autonoma
e-mail:	Email		
Titulación habilitante según normativa vigente	Titulación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:		CE3 v1.0.1776.551; Fecha: 9-abr-2013	

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 28 / 4 / 2014

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m2]	213,12
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
DET_Fachadas001	Fachadas	179,44	0,51	Definido por usuario
DET_Cubiertas002	Cubiertas	213,12	0,37	Definido por usuario
DET_Suelos005	Suelos	213,12	0,38	Definido por usuario
DET_Partición interior vertical001	Partición interior vertical	209,44	0,68	Definido por usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo energía	Modo de obtención.
Bomba de Calor 2 Tubos002	Bomba de calor 2 tubos	Pot. Nom. Calef. = 1	EER = 3,67 COP = 3,0	Electricidad	Definido por el usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA CTE002			
Tipo	UTA completa			
Zona asociada	P02_E02, P02_E03, P02_E04, P02_E05, P02_E08			
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento calor [%]	Rendimiento frío [%]	
12,90	12,90	-	-	
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control	
No	Sí	Sí	Temperatura	

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
UTA CTE002	Ventilador	

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado
Grupo de primarios004	Bomba	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]
P02_E01	12,00	24,00	50,00
P02_E02	12,00	2,40	500,00
P02_E03	12,00	2,40	500,00
P02_E04	12,00	2,40	500,00
P02_E05	12,00	2,40	500,00
P02_E06	12,00	2,40	500,00
P02_E07	12,00	24,00	50,00
P02_E08	12,00	2,40	500,00

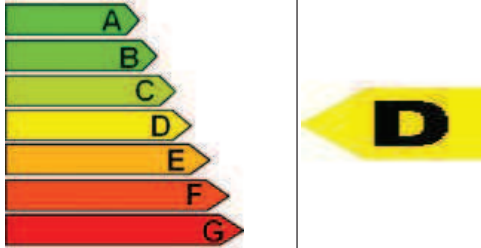
5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
P02_E01	17,50	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E02	37,58	GT2-ACONDICIONADO
P02_E03	7,50	GT2-ACONDICIONADO
P02_E04	11,02	GT2-ACONDICIONADO
P02_E05	17,49	GT2-ACONDICIONADO
P02_E06	12,99	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E07	20,14	GT2-NO ACONDICIONADO
P02_E08	88,90	GT2-ACONDICIONADO

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Gran Terciario
----------------	----	-----	----------------

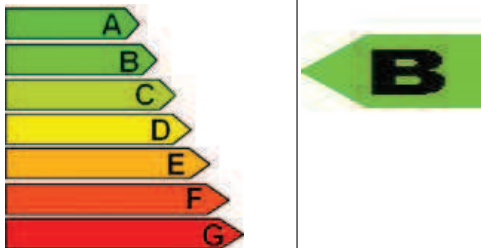
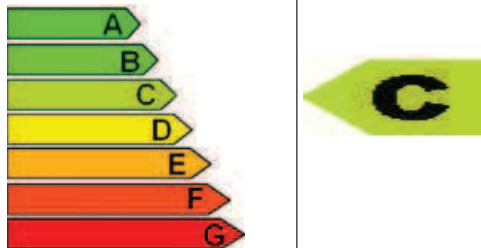
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,28	D	0,00	A
		Emisiones calefacción [kgCO2/m²•año]		Emisiones ACS [kgCO2/m²•año]	
		31,76		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,53	G	0,68	G
		Emisiones refrigeración [kgCO2/m²•año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m²•año]	
		74,63		24,58	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

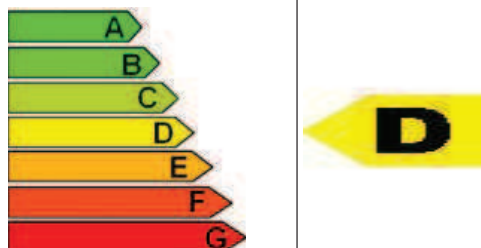
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

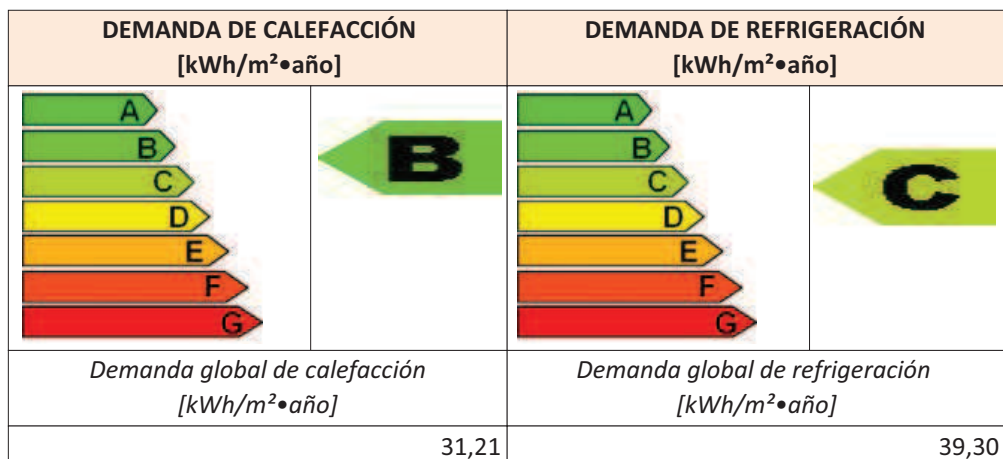
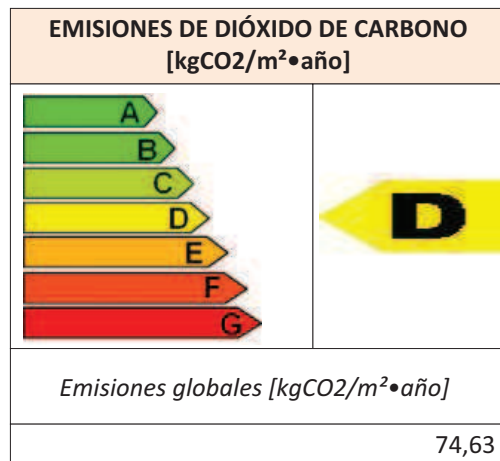
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
			
Demanda global de calefacción [kWh/m²•año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m²•año]	
31,21		39,30	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		1,13	D	0,00	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m²•año]		Energía primaria ACS [kWh/m²•año]	
		127,38		0,00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2,49	G	0,68	G
		Consumo global de energía primaria [kWh/m²•año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m²•año]	
299,55		98,60		73,57	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total
Demanda [kWh/m²•año]	31,21	B	39,30	C	0,00	A			
Diferencia con situación inicial	-27,72 (-47,04%)		9,55 (32,10%)		0,00 (0,00%)				
Energía primaria [kWh/m²•año]	127,38	D	98,60	G	0,00	A	73,57	G	299,55 D
Diferencia con situación inicial	-19,65 (-13,36%)		16,03 (19,41%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		-3,62 (-1,19%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m²•año]	31,76	D	24,58	G	0,00	A	18,29	G	74,63 D
Diferencia con situación inicial	-4,90 (-13,37%)		3,99 (19,38%)		0,00 (0,00%)		0,00 (0,00%)		-0,91 (-1,20%)

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

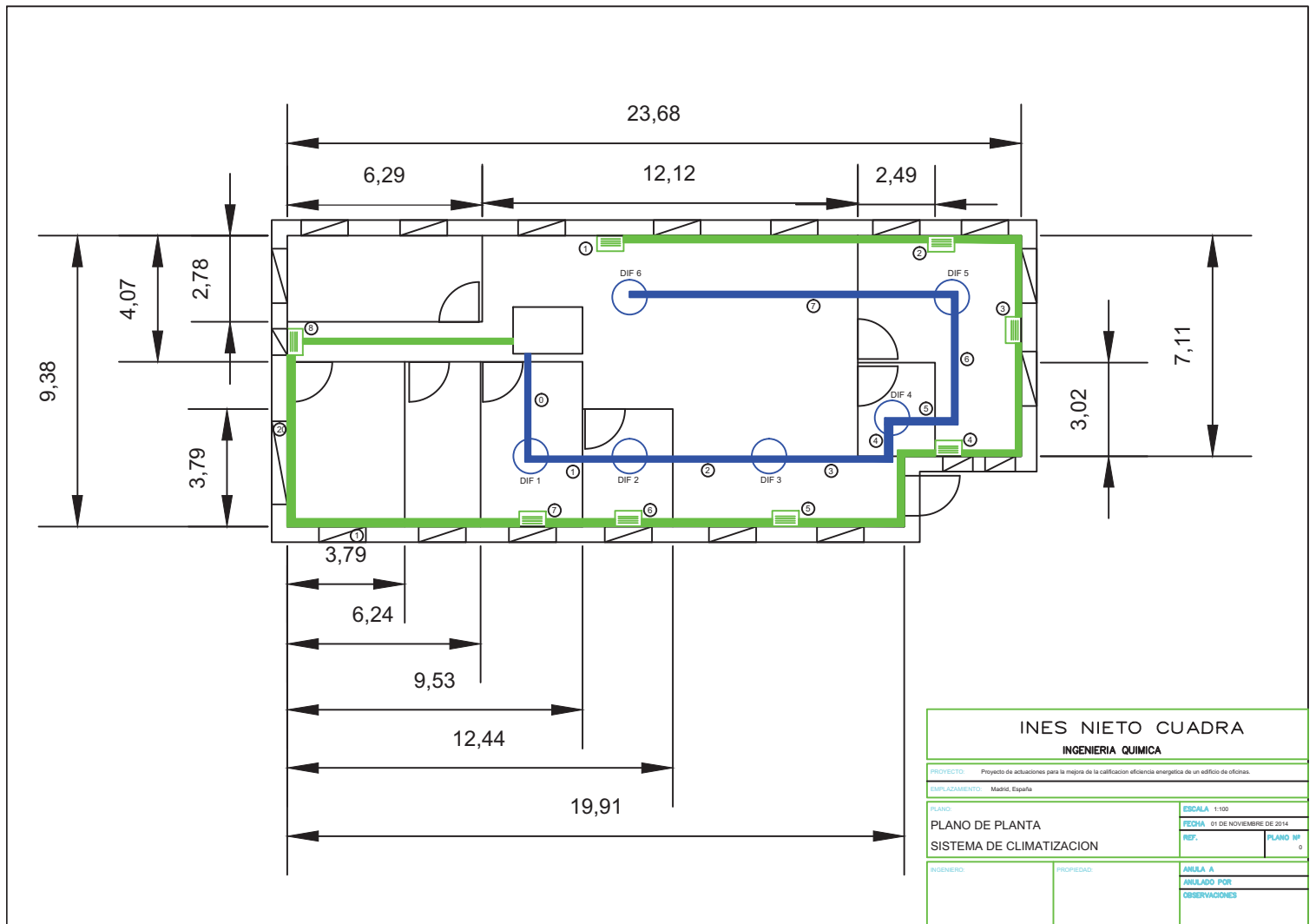
Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas en el edificio

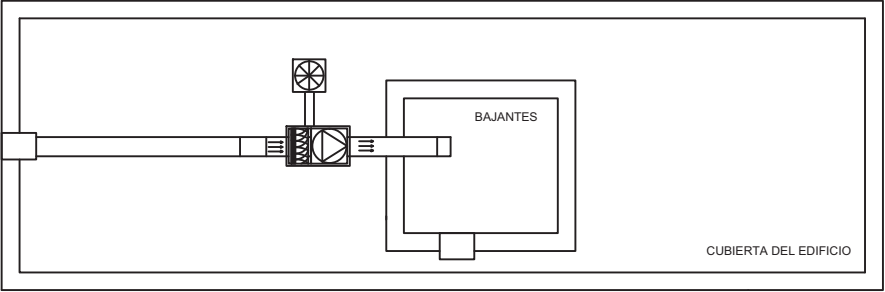
PLANOS

INDICE

Plano de planta del sistema de climatización.....nº0

Plano de azotea del sistema de climatización.....nº1





DIMENSIONES						
	VENTANAS (m2)	COND. IMPULSION (m)	COND. IMPULSION (mm)	COND. EXTRACCION (m)	COND. EXTRACCION (mm)	DIFFUSORES (mm)
3		3,750	550x250			
	8,530		450x250	7,500	250x150	250
2	2,980	4,200	400x250	5,200	300x250	250
3	3,060	4	300x250	7,200	400x250	355
4	2,700	1,100	300x250	6,400	400x250	250
5	3,470	1,800	250x250	4,000	400x250	315
6	3,470	4,300	250x250	2,500	400x250	355
7		8,900	250x250	13,300	400x250	
8		1,200		11,200	500x300	
9	3,300					
10	3,300					
11	2,450					
12	2,450					
13	3,700					
14	3,700					
15	3,700					
16	2,500					
17	2,500					
18	2,500					
19	1,250					
20	4,930					

INES NIETO CUADRA

INGENIERIA QUIMICA

PROYECTO

Proyecto de actuaciones para la mejora de la calificación eficiencia energética de un edificio de oficinas.

EMPLAZAMIENTO

Madrid, España

PLANO

PLANO DE AZOTEA

SISTEMA DE CLIMATIZACION

ESCALA

1:100

FECHA

01 DE NOVIEMBRE DE 2014

REF.

PLANO Nº 1

INGENIERO

PROPIEDAD

ANULA A

ANULADO POR

OBSERVACIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

1. CAPITULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Naturaleza y objeto del pliego General.....5

1.2. Documentación del contrato de obra.....5

2. CAPITULO I.CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 Delimitación general de funciones técnicas

2.1.1. El Director de obra.....6

2.1.2. El Constructor.....7

2.2. Obligaciones y derechos generales del Constructor o Contratista

2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto.....7

2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene.....8

2.2.3 Oficina en la obra.....8

2.2.4 Representación del Contratista.....8

2.2.5 Presencia del Constructor en la Obra.....9

2.2.6 Trabajos no estipulados expresamente.....9

2.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....9

2.2.8. Reclamación contra las órdenes de la Dirección Facultativa.....9

2.2.9 Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Director de obra.....10

2.2.10 Falta de personal.....10

2.3 Prescripciones Generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

2.3.1. Caminos y accesos.....10

2.3.2. Replanteo.....10

2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....11

2.3.4 Orden de los trabajos.....11

2.3.5 Facilidades para otros Contratistas.....11

2.3.6 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....11

2.3.7 Prorroga por causa de fuerza mayor.....11

2.3.8 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.....	12
2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	12
2.3.10. Obras ocultas.....	12
2.3.11 Trabajos defectuosos.....	12
2.3.12 De los materiales y de los aparatos su procedencia.....	13
2.3.13. Materiales y aparatos defectuosos.....	13
2.3.14. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	13
2.3.15. Limpieza de obras.....	14
2.3.16. Obras sin prescripciones.....	14
2.3.17. Documentación final de la obra.....	14
2.3.18 Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	14
2.3.19 Plazo de garantía.....	14
2.3.20. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	14
2.3.21. Prórroga del plazo de garantía.....	14
2.3.22 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	15
 3. CAPITULO II CONDICIONES ECONOMICAS	
3.1. Principio general.....	15
3.2. Fianzas.....	15
3.3. Fianza provisional.....	15
3.4. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	16
3.5 De su devolución en general.....	16
3.6 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	16
3.7 Composición de precios unitarios.....	16
3.8 Precios de contrata. Importe de contrata.....	17
3.9 Precios contradictorios.....	18
3.10 Reclamaciones de aumento de precios por causa diversas.....	18
3.11. Formas tradicionales de medir o de aplicar precios.....	18
3.12. De la revisión de los precios contratados	18

3.13 Acopio de materiales.....	19
3.14. Obras por Administración	
3.14.1 Administración.....	19
3.14.2. Obras por Administración directa.....	19
3.14.3 Obras por Administración delegada o indirecta.....	19
3.14.4 Liquidaciones de obra por Administración.....	20
3.14.5 Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada.....	21
3.14.6 Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.....	21
3.14.7. Responsabilidad del Constructor en el bajo rendimiento de sus obreros.....	21
3.14.8 Responsabilidades del Constructor.....	21
3.15 De la valoración y abono de los trabajos	
3.15.1 Formas varias de abono de las obras.....	22
3.15.2 Relaciones valoradas y certificaciones.....	22
3.15.3 Mejoras de obra libremente ejecutadas.....	23
3.15.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	23
3.15.5. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.....	24
3.15.6 Pagos.....	24
3.15.7 Abono de trabajos efectuados durante el plazo de garantía.....	24
3.16 Indemnizaciones mutuas	
3.16.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	25
3.16.2. Demora de los pagos.....	25
3.17. Varios	
3.17.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	26
3.17.2 Unidades de obra defectuosa pero aceptable.....	26
3.17.3. Seguro de las obras	26
3.17.4. Conservación de la obra	27
3.17.5 uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	27

PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

1. CAMPO DE APLICACIÓN.....	28
2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACION	
2.1 Red de conducto.....	28
2.1.1 Conductos de chapa metálica.....	28
2.1.2 Compuertas.....	29
2.1.3 Rejillas.....	29
2.2. Circuito hidráulico	
2.2.1 Redes de tuberías.....	30
2.2.2 Uniones y juntas.....	32
2.3 Condiciones a satisfacer por los conductos de la instalación de aire acondicionado en materia de aislamiento acústico impuesta por el CTE.....	32
2.4 Aislamientos de los conductos.....	33
2.5 Señalización de conductos.....	33
3. INSTALACION DE VENTILACION	
3.1. Componentes de la instalación de ventilación.....	34
3.1.1. Rejillas y difusores.....	34
3.2 Condiciones a satisfacer por la instalación de ventilación en materia de aislamiento acústica impuesta por el CTE.....	34
4. CONTROL Y ACEPTACION DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS INSTALACIONES DE CALEFACCION Y AIRE ACONDICIONADO.....	35
5. CONTROLES A REALIZAR EN LA RECEPCION, SOBRE LA DOCUMENTACION Y DE LOS INSTINTIVOS DE CALIDAD DE MATERIALES Y EQUIPOS	
5.1. Recepción de materiales y equipos en obra.....	36
5.2 Verificación de la documentación de materiales y equipos.....	36
5.3. Control y recepción de materiales y equipos mediante distintivos de calidad.....	37

PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

1. CAPITULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Naturaleza y objeto del pliego General

Artículo 1.- El presente pliego general de las condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto. Ambos, como parte del proyecto, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras derivadas de la instalación de climatización de un edificio de oficinas en Madrid, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden , según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra , al contratista o constructor de la misma, sus técnicos o encargados, y al técnico director de obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra. Las obras accesorias, entendiendo por este nombre las que no pueden ser previstas en todos sus detalles, se construirán conforme vaya surgiendo la necesidad. Cuando su importancia lo exija, se realizaran proyectos adicionales que las definan. En caso de menor importancia, se seguirán las directrices que disponga el Director de Obra.

1.2. Documentación del contrato de obra

Artículo 2.- integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
2. El pliego de condiciones particulares
3. El presente pliego general de condiciones
4. El resto de la documentación del proyecto(memoria, planos, mediciones y presupuesto)

Las ordenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la media a escala.

2. CAPITULO I.CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 Delimitación general de funciones técnicas

2.1.1. El director de obra

Artículo 3.-la junta rectora de la propiedad designará al ingeniero técnico Director de Obra, representante de la propiedad frente al Contratista, en quien recaerán las siguientes funciones:

1. Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de la obra.
2. Redactar, cuando se requiera expresamente por el constructor, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo.
3. Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del constructor
4. Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
5. Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al proyecto a las normas técnicas y a las reglas de buena construcción.
6. Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que se precisan para conseguir la correcta solución.
7. Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
8. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartándole en su caso, las órdenes oportunas.
9. Realizar las mediciones de obra ejecutadas, realizar y aprobar las certificaciones parciales, realizar y aprobar la certificación final de obra, y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
10. Suscribir el certificado final de obra.

2.1.2. El Constructor

Artículo 4.-el Constructor o Contratista hará de proporcionar toda clase de facilidades al Director de obra, o a sus subalternos a fin de que estos puedan desempeñar su trabajo con el máximo de eficacia. Específicamente corresponde al Constructor:

1. Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de obra.
2. Elaborar, cuando se requiera, el plan de seguridad e higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observación de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
3. Suscribir con el director de obra el acta de replanteo de la obra.
4. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas
5. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o prescripción del Director de obra, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
6. Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
7. Facilitar al director de obra con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
8. Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
9. Suscribir con el promotor las catas de recepción provisional y definitiva
10. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra

2.2. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

Artículo 5.-Antes de dar comienzo a la obra e inmediatamente después de recibidos, el Constructor deberá confrontar la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al Director de las obras sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene

Artículo 6.- El Constructor a la vista del Proyecto en Ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad e higiene, presentará el plan de seguridad e higiene de la obra a la aprobación del Director de Obra de la Dirección Facultativa

2.2.3 Oficina en la obra

Artículo 7.-El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que exigirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición del director de obra de la Dirección Facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el ingeniero proyectista o Director de obra.
- La licencia de obras
- El libro de órdenes y asistencia
- El plan de seguridad e higiene
- El libro de incidencias
- El reglamento y ordenanzas de seguridad e higiene en el trabajo

Dispondrá además el Constructor de una oficina para llevar a cabo la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.2.4 Representación del Contratista

Artículo 8.- El Contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona asignada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de jefe en la misma con dedicación plena, y con facultades para que le represente y adoptar en todo momento cuantas decisiones le competan a la contrata

Serán sus funciones las del Constructor, según se especifica en el artículo 4º. Cuando la importancia de la obra lo requiera y así se consigne en el pliego de “condiciones particulares de índole facultativas”, el Delegado del Contratista será un facultativo de grado medio o superior, según el caso. El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director de obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

2.2.5 Presencia del Constructor en la Obra.

Artículo 9.-El jefe de obra por sí o por medio de sus técnicos o encargados, deberá estar presente durante la jornada legal del trabajo y acompañará al director de obra en las visitas que haga a la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de las mediciones y liquidaciones.

2.2.6 Trabajos no estipulados expresamente

Artículo 10.- Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de la obra, aun cuando no se halla expresamente determinado en los documentos del proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En defecto de especificación dentro del pliego de condiciones particulares se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precio de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

2.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Artículo 11.-Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliego de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las ordenes o instrucciones correspondientes se comunicaran por escrito al constructor estando éste obligado a su vez a devolver los originales o copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará a pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba el Director de obra. Cualquier reclamación de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirlas, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 12.-El Constructor podrá requerir al Director de obra las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.2.8. Reclamación contra las órdenes de la Dirección Facultativa

Artículo 13.-Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las ordenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, a través del Director de obra, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo a las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero técnico director de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima

oportuno, mediante exposición razonada dirigida al director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse del recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.2.9 Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra.

Artículo 14.-El Constructor no podrá recusar al Director de Obra o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos se procederá de acuerdo a lo establecido en el artículo precedente, pero sin que por esta causa pueda interrumpirse ni alterarse la marcha de los trabajos

2.2.10 Falta de personal

Artículo 15.-El Director de Obra, en supuesto de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista que aparte de la obra a los dependientes u operantes causantes de la perturbación.

Artículo 16.-El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a esos contratistas industriales con subsección en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.3 Prescripciones Generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

2.3.1. Caminos y accesos

Artículo 17.-El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de esta. El Director de Obra podrá exigir su modificación o mejora.

2.3.2. Replanteo

Artículo 18.-Antes de dar comienzo a las obras, el Ingeniero Director, junto al personal subalterno necesario y en presencia del contratista o su representante procederá al replanteo general de la obra. El Constructor se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales .dichos trabajos se consideraran a cargo del contratista e incluidos en su oferta. El Director podrá ejecutar u ordenar cuantos replanteos parciales considere necesarios durante el periodo de

construcción para que las obras se realicen conforme al proyecto y a las modificaciones del mismo que sean aprobadas.

2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

Artículo 19.-EL Constructor dará comienzo a las obras en el plazo enmarcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato. Obligatoriamente y por escrito deberá el Contratista dar cuenta al Director de obra del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación

2.3.4 Orden de los trabajos

Artículo 20.-En general, la determinación del orden de los trabajos será compatible con los plazos programados y es facultad de la contrata, salvo aquellos casos por los que por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.3.5 Facilidades para otros contratistas

Artículo 21.-De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa

2.3.6 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Artículo 22.- Cuando sea preciso por motivos imprevistos o por cualquier accidente ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose siguiendo una recta interpretación del proyecto y según las instrucciones dadas por el director de obra, en tanto se formula o tramita el proyecto reformado. El Constructor está obligado a realizar con su personal y materiales cuando la dirección de las obras disponga para apeos , apuntalamiento, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio , cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente , de acuerdo con lo que se convenga

2.3.7 Prorroga por causa de fuerza mayor.

Artículo 23.-Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos precisados, se le otorgará una prórroga

proporcionada para el cumplimiento de la contrata previo informe favorable del Director de la obra. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al Constructor de obra la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.3.8 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.

Artículo 24.- EL Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido el plazo de las obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Artículo 25.- Todos los trabajos se ejecutarán con escrita sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de obra al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad de acuerdo en el artículo 10.

2.3.10. Obras ocultas

Artículo 26.- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultas a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al Director de Obra, otro al promotor y otro al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se consideraran documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediaciones.

2.3.11 Trabajos defectuosos

Artículo 27.- El Constructor debe emplear materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales y Particulares de índole técnica” del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir por una mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al director de obra, no tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta vicios o defectos en

los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

2.3.12 De los materiales y de los aparatos su procedencia

Artículo 28.- El Constructor tienen libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada. Todos, los materiales serán de la mejor calidad y su colocación perfecta. Tendrán las dimensiones que marquen los documentos del proyecto y la Dirección Facultativa. El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de manera que no quede alterada sus características ni sufra deterioro sus formas y dimensiones. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al director de obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marca, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.3.13. Materiales y aparatos defectuosos

Artículo 28.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando ante la falta de prescripciones formales de que se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el director de obra dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen. Si a los quince días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata. Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán pero con la rebaja del precio de aquel que determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.3.14. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Artículo 28.- Todas las pruebas, análisis y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán verificados conforme indique el Director de Obra y serán de cuenta de la contrata todos los gastos que ello origine. Se incluye el coste de los materiales que se ha de ensayar. La mano de obra, herramientas, ensayos que no haya resultados satisfactorio o que no ofrezca las garantías suficientes, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.3.15. Limpieza de obras

Artículo 29.- Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de material sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias , así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sea necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

2.3.16. Obras sin prescripciones.

Artículo 30.- En la ejecución de trabajos que entraran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en éste pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.3.17. Documentación final de la obra

Artículo 31.- El Director de Obra facilitará a la propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente.

2.3.18 Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.

Artículo 32.- Recibida provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor de su representante.se extenderá la oportuna certificación por triplicado que servirá para el abono de la propiedad de saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

2.3.19 Plazo de garantía

Artículo 33.- El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

2.3.20. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Artículo 34.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre la recepción provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por uso corriente correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

2.3.21. Prórroga del plazo de garantía

Artículo 35.-Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra marca a el Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con las pérdidas de la fianza.

2.3.22 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

Artículo 35.- En el caso de resolución de contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc... A resolver los subcontratos que tuviesen concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3. CAPITULO II CONDICIONES ECONOMICAS

3.1. Principio general

Artículo 36.- Todos los que intervienen el proceso de construcción tienen derecho a recibir puntualmente a cantidad devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractuales establecidas.

Artículo 37.-La propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. Fianzas

Artículo 38.- El Contratista prestara fianza con arreglo a algunos de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y el 10 por 100 del precio total de la contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

3.3. Fianza provisional

Artículo 39.- En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el deposito provisional para tomar parte de ella se especificara en el anuncio de la misma, y si SU cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra, de un tres por ciento como mínimo, del total del presupuesto de la contrata. El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el

anuncio de la subasta o el que se determine en el pliego de condiciones particulares del proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10 por 100 de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior. El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliego de condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en la que se publique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo. La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación. Y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte de la subasta.

3.4. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Artículo 40.- Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero o, podrá realizarlos directamente por administración, abonado su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

3.5 De su devolución en general

Artículo 41.- La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

3.6 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Artículo 42.- Si la propiedad, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.7 Composición de precios unitarios

Artículo 43.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial

Se consideran costes directos:

1. La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra

2. Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que son necesarios para su ejecución
3. Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales
4. Los gastos de personal, combustible, energía, etc... Que tengan lugar por el accionamiento, funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra
5. Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se consideraran costes indirectos:

1. Los gastos de la instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc...
2. Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

1. Los gastos generales de empresas, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidos. se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obra de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13 y un 17 por 100)

Beneficio industrial

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas

Precio de ejecución material

Se denomina precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial

Precio de contrata

El precio de contrata es la suma de los costes directos, indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio

3.8 Precios de contrata. Importe de contrata

Artículo 44.- En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que aporta al coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

3.9 Precios contradictorios

Artículo 45.- Se producirán precios contradictorios solo cuando la propiedad por medio del director de obras decida unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que se determine en el pliego de condiciones particulares, siempre teniendo en cuenta la descomposición de precios del cuadro correspondiente. Si subsistiese la diferenciación acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.10 Reclamaciones de aumento de precios por causa diversas.

Artículo 46.- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a facultativas)

3.11. Formas tradicionales de medir o de aplicar precios

Artículo 47.- En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estarán a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

3.12. De la revisión de los precios contratados

Artículo 48.- Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirán la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por ciento del importe total del presupuesto del contrato. Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la

fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100. no habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.13 Acopio de materiales

Artículo 49.- El Contratista que da obligado a efectuar los acopios de materiales, aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados una vez abonados por el propietario, son de la exclusividad propiedad de ésta, de su grado de conservación será responsable el Contratista.

3.14. Obras por Administración

3.14.1 Administración

Artículo 50.- Se denomina “Obras por Administración” aquellas en las que las acciones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

3.14.2. Obras por Administración directa.

Artículo 51.- Se denominan “obras por Administración directa” aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Director de Obras, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales contratando su transporte a la obra y, en suma, interviniendo directamente en todas operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarlas; en estas obras el Constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del Propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por el, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

3.14.3 Obras por Administración delegada o indirecta

Artículo 51.- se entiende por “obras por administración delegada o indirecta” la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son por tanto, características peculiares de las “obras por administración delegada o indirecta” las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí por medio del director de obra en su representación, el orden o la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, recibiendo por tanto del propietario un tanto por ciento prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

3.14.4 Liquidaciones de obra por Administración

Artículo 52.-Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por Administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las “condiciones particulares de índole económica” vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el director de obras:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o empleo de dichos materiales en la obra
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc.. Que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de los materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión hayan tenido el constructor, ya que su abono es siempre a cuenta del propietario. A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en especial, un 15 por 100, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes,

los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

3.14.5 Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada.

Artículo 53.- Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada lo realizará el Propietario mensualmente según los pactos de trabajo realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante independientemente, el Director de Obra redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones son tendrán efectos para los abonos al constructor salvo que se hubiese aprobado lo contrario contractualmente.

3.14.6 Normas para la adquisición de los materiales y aparatos

Artículo 54.- No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Director de obra, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

3.14.7. Responsabilidad del Constructor en el bajo rendimiento de sus obreros.

Artículo 55.- Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en toda o en algunas de las unidades de obra ejecutadas, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificara por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de obra. Si hecha esta notificación al Constructor en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe de 15 por 100 que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deban efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.14.8 Responsabilidades del Constructor

Artículo 56.- En los trabajos de “obras por Administración delegada”, el Constructor solo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o

unidades por él efectuadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no tomar las medidas precisas que las disposiciones legales vigentes establecen. En cambio, y salvo lo especificado en el artículo 62 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo. En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresado en el párrafo anterior.

3.15 De la valoración y abono de los trabajos

3.15.1 Formas varias de abono de las obras

Artículo 57.-Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas, se preceptúe otra cosa el abono de los trabajos se efectuar de la siguiente manera:

- 1 Tipo fijo o tanto alzado total.se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de baja efectuada por el adjudicatario.
- 2 Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariables se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el nmero de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando la total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y subsección a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- 3 Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realicen y los materiales autorizados en la forma que el presente “Pliego general de condicione seconomicas”determina.se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- 4 Por lista de jornales y recibo de materiales, autorizados en la forma que el presente “pliego general de condiciones económicas “determina.
- 5 Por horas de trabajo, ejecutadas en las condiciones determinadas en el contrato.

3.15.2 Relaciones valoradas y certificaciones.

Artículo 58.- En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los “Pliegos de Condiciones Particulares” que rijan en la obra. Formará con Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la

medición que habrá practicado el Director de Obra. Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cubica, superficial, lineal ponderal o numeral correspondiente para la unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, considerando presente además lo establecido en el presente “pliego general de condiciones económicas” respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y particulares

El Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el director de obras aceptara o rechazara las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del director de obra en la forma prevenida en los “pliegos generales de condiciones Facultativas y legales” tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el director de obra la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que o para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de la contrata. Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al periodo al que se refieren y tendrán el carácter de documentos y entregas a buena cuenta, sujetas a las notificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el director de obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

3.15.3 Mejoras de obra libremente ejecutadas

Artículo 59.- Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de las obras, o, en general, introdujese en está y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del director de obra, no tendrá derecho, sin embargo, que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido obra con estricta ejecución a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.15.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

Artículo 60 .- Salvo lo preceptuado en el “pliego de condiciones particulares de índole económicas “vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuaran de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan.

- a) Si existiesen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partidas alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existiesen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existiesen precios contratados para unidades de obras iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo en el caso de que en el presupuesto de la obra se expresase que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el director de obra indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado, en su defecto, a los que con anterioridad a su ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

3.15.5. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados

Artículo 61.- Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrán el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata. Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifiquen en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.15.6 Pagos

Artículo 62.- Los paga se efectuaran por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de Obra, en virtud de las cuales se verificará aquellos.

3.15.7 Abono de trabajos efectuados durante el plazo de garantía

Artículo 63.- Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se debieran efectuado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así.

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa especificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de Obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, será valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonado de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización , en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se ha ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han efectuado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

3.16 Indemnizaciones mutuas

3.16.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.

Artículo 64.- La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total o de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.16.2. Demora de los pagos

Artículo 65.- Si el Propietario no efectuase el pago de las obras efectuadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido , el contratista tendrá además el derecho de recibir el abono de un cuatro y medio por ciento(4,5%) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. si aún transcurrieran dos meses a partir del termino de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que los reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada. No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato en dicha demora de pagos, cuando el

contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra en materiales acopiados admisibles la parte del presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.17. Varios

3.17.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.

Artículo 66.- No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en el que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el director de obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas. En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas. se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.17.2 Unidades de obra defectuosa pero aceptable

Artículo 67.- Cuando por cualquier causa de fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.17.3. Seguro de las obras

Artículo 68.- El Contratista estará obligado asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestros, se ingresará en cuanto a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres

distintos l de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc... y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán usados a estos efectos por el director de obra. En las obras de reforma o reparación, se fijaran previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza a pólizas de seguro, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.17.4. Conservación de la obra

Artículo 69.- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso en que el edificio no haya sido ocupado ir el propietario antes de la recepción definitiva, el Director de Obra, en representación del Propietario podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata. Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desalojado y limpio en el plazo que el Director de Obra señale. Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc... Que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuesen precisos ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “pliego de condiciones económicas”

3.17.5 uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Artículo 70.- Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ello a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo a lo que se hubiese inutilizado, en derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado. En el caso de que al terminar el contrato hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

1. CAMPO DE APLICACION

Se aplicará el presente pliego de condiciones en los trabajos de suministro y colocación de todos y cada una de las unidades de obra e instalaciones, necesarias para efectuar adecuadamente la instalación de climatización, a que se refiere el presente proyecto.

2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACION

2.1 Red de conducto

Son los elementos de la instalación a través de los cuales se distribuye el aire por todo el sistema: aspiración, unidades de tratamiento, locales de uso, retorno, extracción de aire, etc. pueden ser de chapa metálica, lana de vidrio de tipo flexible.

Normalmente la red de conducto está compuesta por tramos rectos, donde la velocidad y dirección del aire son constantes y por tramos curvos donde el aire cambia de velocidad/o dirección. Los conductos se realizan a base de paneles sujetos con perfiles, montándose con distintos métodos y herramientas, siendo posteriormente sellados interna y externamente con colas y cintas homologadas. Las uniones entre tramos se realizan con las correspondientes piezas (codos, Tes, derivaciones, reducciones, etc.)

De acuerdo con lo estipulado por el CTE-DB-SI, los conductos y su aislamiento deben ser euro clase B-S3, d0 como mínimo, certificada mediante ensayos normalizados en laboratorios acreditados por la administración.

2.1.1 Conductos de chapa metálica

Son los realizados a partir de planchas de chapa metálica (acero galvanizado) los cuales se cortan y se conforman para dar al conducto la geometría necesaria para la distribución de aire.

Los conductos de chapa metálica deban aislarse térmicamente, empleándose habitualmente, mantas de lana de vidrio para colocar en el lado exterior del conducto. Estas mantas incorporan un revestimiento de aluminio que actúa como barrera de vapor (generalmente con protección asfáltica). También pueden colocarse, en el interior del conducto, mantas de lana de vidrio con un tejido de vidrio que permita la absorción acústica por parte de la lana y refuerce el interior del conducto. Los conductos de chapa metálica se clasifican en función de la máxima presión que pueden soportar y de su grado de estanquidad.

2.1.2 Compuertas

La compuerta de tipo mariposa tendrá sus lamas rígidamente unidas al vástago, de forma que no vibren ni originen ruidos. El ancho de cada lana de una compuerta en la dirección perpendicular a su eje, no será superior a veinticinco centímetros (25 cm) en conductos con velocidad de paso menor de doce metros por segundo (12m/s) ni superior a diez centímetros en conductos con velocidad de paso superior. En caso de que las lamas de las compuertas tengan perfil aerodinámico, estas dimensiones podrán aumentarse un 50%

Cuando las compuertas hayan de tener dimensiones mayores que las antes mencionadas, deberán estar formadas por varias palas de accionamiento opuesto, con las mismas limitaciones cada pala y con un mando único para el conjunto de las palas.

En las compuertas múltiples, las hojas adyacentes giraran en sentido contrario para evitar que en una compuerta se formen direcciones de aire privilegiadas, distintas a las del eje del conducto

Las compuertas tendrán una indicación exterior que permita conocer su posición de abierta o cerrada. Cuando las compuertas deban producir un cierre estanco, dispondrán en el borde de sus palas las puntas elásticas adecuadas al efecto. Las compuertas de regulación manual tendrán los dispositivos necesarios para que puedan fijarse en cualquier posición. Cuando las compuertas sean de accionamiento mecánico, sus ejes giraran sobre cojinetes de bronce o antifricción.

2.1.3 Rejillas

Las rejillas de toma y expulsión de aire exterior estarán construidas en material inoxidable y diseñadas para impedir la entrada de gotas de lluvia al interior de los conductos, siempre que la velocidad de paso no supere los 3m/s

Estarán dotadas de una protección de tela metálica anti-pájaros. Su construcción será robusta con lamas fijas que no produzcan vibraciones ni ruidos. Podrán ser para conducto circular con doble deflexión y regulación, o de tipo intemperie de chapa de acero galvanizado con lamas fijas horizontales anti lluvia y malla metálica posterior de protección anti pájaros y anti insectos para toma de aire o salida de aire de condensación, instaladas sobre muro de fábrica de ladrillos, s/NTE-ICI-27

2.2. Circuito hidráulico

2.2.1 redes de tuberías

La ejecución de las redes de tuberías se realiza de manera que se consiga los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar el resto del edificio, conservando las

características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

El trazado e instalación de las tuberías vistas se efectuara de forma limpia y ordenada, si estuviesen expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos se protegerán adecuadamente.

Las tuberías empleadas serán del tipo que impidan la formación de obturaciones o depósitos de calcáreos para las condiciones de trabajo de diseño

La longitud de tuberías del sistema será tan corta como sea posible y evitara al máximo el montaje de codos y pérdidas de carga en general.

Los tramos horizontales de tuberías tendrán siempre una pendiente mínima de 1% en el sentido de la circulación.

El tendido de las tuberías de agua fría se hará de forma que no resulten afectadas por los focos de calor, discurriendo separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS Y calefacción) a una distancia de 4 cm como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, las de agua fría irán siempre por debajo de las de agua caliente.

Las tuberías se instalarán siempre debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo al menos 30 cm.

Con respecto a las conducciones de gas se guardaran a l menos una distancia de 3cm

Las tuberías a la intemperie estarán dotadas de protección externa de aislamiento que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pintura asfáltica, poliéster reforzado con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

El aislamiento no dejara zonas visibles de tuberías o accesorios quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

En cada tramo recto sin conexiones intermedias con longitud superior a 25 cm se adoptaran las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de las tuberías, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura.

Se evitara la formación de zonas de estancamiento del agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos de reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc. Los tramos de tuberías en los que no se pueda asegurar una circulación de la agua y una

temperatura mínima superior a 50°C no pueden tener una longitud superior a 5m o un volumen de agua almacenado superior a 3litros.

Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

En aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocará un sistema de purga constituido por botellines de desaireación y purgado manual o automático.

Las redes de conducto estarán equipadas con aperturas para el servicio para permitir las operaciones de desinfección y limpieza.

Los elementos instalados en la red de conductos deberán ser desmontables con apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Estos registros serán contruidos con gran precisión y dotados de juntas de estanqueidad para no aumentar las fugas. Si la red de conductos discurre por falsos techos, estos también deben disponer de la correspondiente apertura de acceso o sección desmontable.

Las redes de tuberías deberán estar dotadas de válvulas de drenajes en todos los puntos bajos. Los drenajes se deberán conducir a un lugar visible y estar dimensionados para permitir la eliminación de los detritos acumulados.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzcan ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Los vasos de expansión se colocarán en la aspiración de la bomba.

Los depósitos de acumulación deberán contar con una válvula de desagüe en el punto más bajo del mismo, de forma que asegure su completo vaciado.

2.2.2 Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas y resistirán adecuadamente la tracción o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado las roscas de los tubos serán del tipo cónico. Los tubos se soldarán si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, salvo cuando se verifiquen

los criterios de la normativa. En las uniones tubo –accesorios se observaran las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de plásticos se realizaran siguiendo las instrucciones del fabricante.

2.3 Condiciones a satisfacer por los conductos de la instalación de aire acondicionado en materia de aislamiento acústico impuesta por el CTE.

Los conductos de aire acondicionado deben llevarse por conductos independientes y aislados de los recintos protegidos y los recintos habitables.

Se evitara el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas anti vibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

En conductos vistos se usaran recubrimientos con aislamiento acústico a ruido aéreo adecuado.

Los conductos de aire acondicionado deben revestirse de un material absorbente y deben utilizarse silenciadores específicos de tal manera que la atenuación del ruido generado por la maquinaria de impulsión o por la circulación del aire sea mayor que 40 dBa a las llegadas a las rejillas y difusores de inyección en los recintos protegidos.

Se usaran rejillas y difusores terminales cuyo nivel de potencia generado por el paso del aire acondicionado cumpla la condición:

$$L_w \leq L_{ega} + 10 \lg V - 10 \lg T - 14 (\text{dB})$$

L_w nivel de potencia acústica de la rejilla (dB)

L_{ega} , T valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado a, establecido en la tabla D1 del CTEDB-HR, del anejo d, en función del uso del edificio, del tipo de recinto y del tramo horario (dB)

T tiempo de reverberación del recinto que se puede calcular según la expresión anterior

V volumen del recinto (m³)

2.4 Aislamientos de los conductos

Para los equipos o aparatos que vengán aislados de fábrica se aceptaran los espesores calculados por el fabricante.

Los materiales aislantes utilizados para las planchas deben estar incluidos en el Anexo 1 de la Directiva 67/548/CEE. Los productos MW incluidos en esta norma deben estar

clasificados como no carcinógenos, cumpliendo los requisitos especificados en el artículo 1 de la directiva 97/69/CE. Los materiales utilizados no deben facilitar los nutrientes para la proliferación microbiana.

El aislamiento térmico de las redes de impulsión de aire será suficiente para evitar pérdidas de calor superior al 4% de la potencia que transporta para que no se formen condensaciones. Sus espesores serán:

	En interiores(mm)	En exteriores(mm)
Aire caliente	20	30
Aire frío	30	50

Si las conducciones y los equipos, aparatos, depósitos y sus accesorios se encuentran en la intemperie, será necesario aumentar el nivel de aislamiento térmico al mismo tiempo que se procederá a su protección contra la lluvia y la radiación solar.

En patinillos y falsos techos se aplicarán los niveles de aislamiento exigidos para conducciones interiores.

El material aislante instalado en tuberías, conductos y equipos no debe interferir con partes móviles de los componentes de la instalación.

2.5 Señalización de conductos

La señalización de los conductos se hará de acuerdo con la normativa.

3. INSTALACION DE VENTILACION

La instalación de ventilación son las encargadas de extraer o introducir aire del exterior en un ambiente o zona interior de la edificación. La ventilación de los locales está regulada por el RITE, que determina los caudales mínimos de cada local, en función de su uso y ocupación. Es necesaria en los recintos para:

- Aportar aire nuevo con oxígeno para la respiración de las personas
- Extraer el aire viciado producido por la respiración, humos, gases, incluidos los generados en el ambiente de trabajo
- Rebajar la temperatura interior en locales no climatizados.

3.1. Componentes de la instalación de ventilacion

Genéricamente una instalación de ventilacion está compuesta por los siguientes elementos:

- Ventiladores equipos que hacen mover el aire al generar una presión
- Conducciones por donde circula el aire de un local a otro
- Elemento de difusión rejillas o bocas de entrada o salida de aire
- Elementos y accesorios :con puertas , mandos , reguladores

3.1.1. Rejillas y difusores

Los difusores podrán ser cuadrados, circulares y lineales, contruidos en perfil de aluminio extruido.

Las rejillas y difusores para la distribución del aire a los locales estarán contruidas con un material inoxidable o tratado de forma que garantice su inalterabilidad por aire húmedo

Las rejillas y difusores se suministraran con una junta elástica que impida, una vez montadas, todo escape de aire entre la pared o techo y el marco de la rejilla o el arco exterior del difusor

En caso de estar dotados de un dispositivo de regulación de caudal, dicho dispositivo será fácilmente accionable desde la parte frontal de la rejilla o difusor. No producirá ruidos de vibración y en su posición de cerrado al 50% no producirá un incremento en el nivel de presión sonora respecto al de apertura completa.

Los difusores podrán montarse con o sin dispositivo de regulación e instalados con puente de montaje, homologado.

3.2 Condiciones a satisfacer por la instalación de ventilacion en materia de aislamiento acústica impuesta por el CTE

Se aislaran los conductos y conducciones verticales de ventilacion que discurran por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso.

Cuando estén adosados a elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o fachadas, se revestirán de tal forma que no se disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y que garantice la continuidad de la solución constructiva.

4. CONTROL Y ACEPTACION DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS INSTALACIONES DE CALEFACCION Y AIRE ACONDICIONADO

Concretamente a continuación se indican las condiciones particulares de control para la recepción de los equipos y materiales de las instalaciones de calefacción.

Todos los equipos y materiales deberán llevar el marcado CE.

Generadores de calor (bombas de calor)

Identificación, según especificaciones de proyecto.-Distintivo de calidad, marca de calidad homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT).por cada equipo se hará una inspección de la instalación de calderas, de su correcta colocación, uniones, dimensiones, etc. Asimismo se comprobará su anclaje a los soportes e instalación de mecanismos necesarios para no transmitir ruidos ni vibraciones

Tuberías

Comprobación de diámetros, fijaciones, uniones y recubrimientos, colorifugados y distancias mínimas. El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Elementos terminales

Identificación según especificaciones de proyecto.-Distintivo de calidad, marcado CE. Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que no hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

Concretamente a continuación se indican las condiciones particulares de control para la recepción de los equipos y materiales de las instalaciones de aire acondicionado.

Los materiales y componentes tendrán las características definidas en la documentación del fabricante, en la normativa correspondiente, en proyecto y por la Dirección Facultativa.

Llevarán una placa en la que indique el nombre del fabricante, el modelo, número de serie, características y carga del refrigerante.

Se harán controles de la puesta en obra en cuanto a la situación de elementos, dimensiones, fijaciones, uniones y calidad de los elementos de la instalación.

5. CONTROLES A REALIZAR EN LA RECEPCION, SOBRE LA DOCUMENTACION Y DE LOS INSTINTIVOS DE CALIDAD DE MATERIALES Y EQUIPOS

5.1. Recepción de materiales y equipos en obra

Por parte del ingeniero –Director de la obras y en el momento de acoplar los materiales y equipos, se comprobarán que las características técnicas de los suministrados, satisfacen lo exigido en el presente proyecto mediante control de la documentación de los suministros, control mediante distintivos de calidad y control mediante ensayos y pruebas

Asimismo se comprobará que los equipos y materiales recibidos corresponden a los especificados en el presente pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica, disponen de la documentación exigida, cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica y han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

Se utilizarán materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro u otros desinfectantes o por elevación de temperaturas, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de la instalación

5.2 Verificación de la documentación de materiales y equipos

El instalador autorizado o el ingeniero-Director de las obras, cuando la participación de éste último sea preceptiva, verificará la documentación facilitada por los suministradores de los equipos y materiales, los cuales entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) Documentos de origen, hojas de suministro y etiquetado.
- b) Copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- c) Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluidas la documentación correspondiente al marcado CE cuando sea pertinente de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas europeas que afecten a los productos suministrados.
- d) Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.
- e) Por motivos de seguridad y operación de los equipos, las indicaciones, instrucciones, etiquetas, etc., de los mismos estarán en idioma español.

5.3. Control y recepción de materiales y equipos mediante distintivos de calidad.

También se realizara un control de recepción mediante distintivos de calidad, por parte del instalador autorizado y el ingeniero –Director de la instalación, cuando la participación de éste último sea preceptiva, los cuales verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados , que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

Finalmente se realizará un control de recepción mediante ensayos y pruebas, al objeto de verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser necesario , en determinados casos y para aquellos materiales so equipos que no estén obligados al marcado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos , según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el instalador autorizado o el director de la instalación , cuando la participación de este último sea preceptiva.

Se vigilará que todos los equipos que consumen energía lleven la correspondiente etiqueta de eficiencia energética que, en una escala de siete valores, de la letra A a la G, indiquen la categoría a la que pertenece el equipo.

Cádiz, 2 julio de 2011

Inés Nieto Cuadra

ESTADO DE MEDIDA Y PRESUPUESTO

INDICE

1.TABLA DESGLOSE DE PRECIOS DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION.....	pagina 2
2. DESGLOSE DE COMPONENTES POR ZONAS.....	pagina 3-8
3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	pagina 9-10

1. TABLA DESGLOSE DE PRECIOS DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION

Material	cantidad	Precio unitario	Precio total
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa Frontal circular de diámetro nominal 315mm, marca KNOOLAIR modelo 44/45-SF	1	104,91	104,91
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa Frontal circular de diámetro nominal 200 mm, , marca KNOOLAIR modelo 44/45-SF	2	57,04	114,08
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa Frontal circular de diámetro nominal 250 mm, , marca KNOOLAIR modelo 44/45-SF	1	62,79	62,79
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa Frontal circular de diámetro nominal 355 mm, , marca KNOOLAIR modelo 44/45-SF	2	128,12	256,24
Rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color plata, con lamas verticales móviles de 400x200, montada en pared. Marca KNOOLAIR Modelo 20/45H	3	14,90	44,70
Rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color plata, con lamas verticales móviles de 300x200, montada en pared. Marca KNOOLAIR Modelo 20/45H	2	12,90	25,80
Rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color plata, con lamas verticales móviles de 400x300, montada en pared. Marca KNOOLAIR Modelo 20/45H	1	20,60	20,60
Rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color plata, con lamas verticales móviles de 450 x300, montada en pared. Marca KNOOLAIR Modelo 20/45H	1	21,90	21,90
Rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color plata, con lamas verticales móviles de 250, x150, montada en pared. Marca KNOOLAIR Modelo 20/45H	1	11,20	11,20
Unidad de tratamiento de aire SALVADOR ESCODA con los distintos componentes que la conforman	1	6790	6790
Bomba de calor GENIA AIR aire-agua con compresor invertir DC MODELO 0010011508 con modulo hidráulico incluido	1	7113,53	7113,53
Electrobomba centrífuga de tres velocidades de potencia 0,275 Kw marca GRUNDOS modelo CM1-2	2	377,37	754,74
Tramo de 6m Tubos de acero galvanizado para agua de diámetro 1 ¼"	5	70,10	350,5
Chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta	31,02	10,05	311,55

2. DESGLOSE DE COMPONENTES POR ZONAS

Espacio 2

Difusor.	118,03€
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular , para instalar en alturas de hasta 4 m.	

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular, pintado en color RAL 9010.	1,000	104,91	104,91
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,219	17,82	3,90
h	Ayudante instalador de climatización.	0,219	16,10	3,53
	Medios auxiliares	2,000	112,34	2,25
	Costes indirectos	3,000	114,59	3,44
			Total:	118,03

Este espacio cuenta con dos unidades de rejillas de extracción de las siguientes características:

Ud	Rejilla de retorno.	25,57€
Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 300x200 mm, anodizado color plata		

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 300x200 mm, anodizado color plata	1,000	12,90	12,90
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 300 mm	2,000	1,00	2,00
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 200 mm	2,000	0,70	1,40
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,237	17,82	4,22
h	Ayudante instalador de climatización.	0,237	16,10	3,82
%	Medios auxiliares	2,000	24,34	0,49
%	Costes indirectos	3,000	24,83	0,74
			Total:	25,57

Espacio 3

Difusor.	67,73€
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular , para instalar en alturas de hasta 4 m.	

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular, pintado en color RAL 9010.	1,000	57,04	57,04
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,219	17,82	3,90
h	Ayudante instalador de climatización.	0,219	16,10	3,53
%	Medios auxiliares	2,000	64,47	1,29
%	Costes indirectos	3,000	65,76	1,97
			Total:	67,73

Ud Rejilla de retorno.

29,30€

Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x200 mm, anodizado color plata,

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x200 mm, anodizado color plata	1,000	14,90	14,90
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 400 mm	2,000	1,40	2,80
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 200 mm	2,000	0,70	1,40
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,259	17,82	4,62
h	Ayudante instalador de climatización.	0,259	16,10	4,17
%	Medios auxiliares	2,000	27,99	0,56
%	Costes indirectos	3,000	28,45	0,85
			Total:	29,30

Espacio 4

Difusor.

67,73€

Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular, para instalar en alturas de hasta 4 m.

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular, pintado en color RAL 9010.	1,000	57,04	57,04
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,219	17,82	3,90
h	Ayudante instalador de climatización.	0,219	16,10	3,53
%	Medios auxiliares	2,000	64,47	1,29
%	Costes indirectos	3,000	65,76	1,97
			Total:	67,73

Ud Rejilla de retorno.

29,30€

Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x200 mm, anodizado color plata,

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x200 mm, anodizado color plata	1,000	14,90	14,90
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 400 mm	2,000	1,40	2,80
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 200 mm	2,000	0,70	1,40
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,259	17,82	4,62
h	Ayudante instalador de climatización.	0,259	16,10	4,17
%	Medios auxiliares	2,000	27,99	0,56
%	Costes indirectos	3,000	28,45	0,85
			Total:	29,30

Espacio 5

Difusor.	73,77€
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular , para instalar en alturas de hasta 4 m.	

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular, pintado en color RAL 9010.	1,000	62,79	62,79
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,219	17,82	3,90
h	Ayudante instalador de climatización.	0,219	16,10	3,53
%	Medios auxiliares	2,000	70,22	1,40
%	Costes indirectos	3,000	71,62	2,15
			Total:	73,77

Ud	Rejilla de retorno.	37,56€
Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x300 mm, anodizado color plata,		

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x300 mm, anodizado color plata	1,000	20,60	20,60
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 400 mm	2,000	1,40	2,80
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 300 mm	2,000	1,00	2,00
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,305	17,02	5,44
h	Ayudante instalador de climatización.	0,305	16,10	4,91
%	Medios auxiliares	2,000	35,75	0,72
%	Costes indirectos	3,000	36,47	1,09
			Total:	37,56

Espacio 8

Son dos unidades de impulsión las que se disponen para este espacio con sendas características:

Difusor.	142,41€
Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular , para instalar en alturas de hasta 4 m.	

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Difusor rotacional de deflectores fijos con placa frontal circular, pintado en color RAL 9010.	1,000	128,12	128,12
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,219	17,82	3,90
h	Ayudante instalador de climatización.	0,219	16,10	3,53
%	Medios auxiliares	2,000	135,55	2,71
%	Costes indirectos	3,000	138,26	4,15
			Total:	142,41

A su vez, el espacio 8 cuenta con tres unidades de extracción:

Ud	Rejilla de retorno.	39,71€
Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 450x300 mm, anodizado color plata		

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 450x300 mm, anodizado color plata	1,000	21,90	21,90
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 450 mm	2,000	1,50	3,00
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 300 mm	2,000	1,00	2,00
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,321	17,82	5,72
h	Ayudante instalador de climatización.	0,321	16,10	5,17
%	Medios auxiliares	2,000	37,79	0,76
%	Costes indirectos	3,000	38,55	1,16
			Total:	39,71

Ud	Rejilla de retorno.	29,30€
Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x200 mm, anodizado color plata,		

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 400x200 mm, anodizado color plata	1,000	14,90	14,90
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 400 mm	2,000	1,40	2,80
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 200 mm	2,000	0,70	1,40
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,259	17,82	4,62
h	Ayudante instalador de climatización.	0,259	16,10	4,17
%	Medios auxiliares	2,000	27,89	0,56
%	Costes indirectos	3,000	28,45	0,85
			Total:	29,30

Ud	Rejilla de retorno.	22,97€
Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 300x150 mm, anodizado color plata		

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Rejilla de retorno de aluminio extruido, con lamas móviles verticales, de 300x150 mm, anodizado color plata	1,000	11,20	11,20
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 300 mm	2,000	1,00	2,00
Ud	Larguero de chapa galvanizada para formación de marco de montaje de rejillas, longitud 150 mm	2,000	0,60	1,20
h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,220	17,82	3,92
h	Ayudante instalador de climatización.	0,220	16,10	3,54
%	Medios auxiliares	2,000	21,86	0,44
%	Costes indirectos	3,000	22,30	0,67
			Total:	22,97

Falso techo

m²	Conducto de chapa galvanizada.	24,86€
Conductos de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta.		

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Repercusión, por m², de material auxiliar para fijación a la obra de conductos autoportantes para la distribución de aire en ventilación y climatización.	1,000	1,26	1,26
m²	Chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor, y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta, para la formación de conductos autoportantes para la distribución de aire en ventilación y climatización.	1,050	8,37	8,79
h	Oficial 1ª montador de conductos de chapa metálica.	0,401	17,82	7,15
h	Ayudante montador de conductos de chapa metálica.	0,401	16,13	6,47
%	Medios auxiliares	2,000	23,67	0,47
%	Costes indirectos	3,000	24,14	0,72
			Total:	24,86

Cubierta

Ud Climatizadora (UTA) de baja silueta, a dos tubos, con batería de agua fría 7276,11€

Unidad de tratamiento de aire, para colocación en falso techo, SALVADOR ESCODA				
Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida
Ud	Batería de agua modelo CL07003 de tubos de cobre $\Phi = 5/8"$ geometría 60x30mm y aletas de aluminio. Paso de aleta 2,1mm	1,00	1.630,00	1.630,00
Ud	Caja de mezcla de dos compuertas para la mezcla aire de retorno aire nuevo Compuertas construidas en aluminio, sistema de alas contrapuestas y dotadas de una junta para su estanqueidad, opcionalmente provistas de accionamiento manual o motorizado. modelo CL07107	1,00	612,00	612,00
Ud	Filtro F6 filtros de multiédricos compactos, de eficacia según la normativa EN779 Modelo CL07257	1,00	710,00	710,00
Ud	Filtro F8 filtros de multiédricos compactos, de eficacia según la normativa EN779 Modelo CL07287	1,00	782,00	782,00
Ud	Ventilador de impulsión, ventiladores centrífugos de doble aspiración, fabricados en chapa de acero galvanizado, con rodete equilibrado estática y dinámicamente según norma ISO 1940, de álabes hacia atrás(reacción) para presiones elevadas, con eje saliente a ambos lados para incorporar la transmisión del perfil adecuado a la potencia del conjunto; accionado por motor eléctrico trifásico construido según estándar IEC, forma constructiva B3, aislamiento calorífico clase F y estanqueidad IP55. Los motores van montados sobre base tensora. Modelo CL07722.	1,00	1710,00	1710,00
Ud	Ventilador de retorno de palas a acción. Modelo CL07437	1,00	1.346,00	1.346,00
h	Oficial 1º instalador de climatizacion	4,00	17,82	71,28
h	Ayudante instalador climatizacion	4,00	16,10	64,40
%	Medios auxiliares	2,00	6.925,68	138,51

3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Presupuesto ejecución material y contrata

Espacio 2.....	130,71€
Espacio 3.....	71,94€
Espacio 4.....	71,94€
Espacio 5.....	83,39€
Espacio 8.....	304,24€
Cubierta y falso techo.....	14565,58€
Presupuesto de ejecución material.....	15227,8€
13,00%gastos generales.....	1979,61€
6,00%Beneficio industrial.....	913,66€
	<hr/>
	2893,27€

Presupuesto total contrata: 15227,8+2893,27=18121,07€

21% IVA

21926,49€

Honorarios de Dirección de obra y coordinación de seguridad

4,00%del P.E.M 609,11€

21% IVA 127,91€

737,02€

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL22663,51€

Asciende el presupuesto general a la cantidad de veintidós mil, seiscientos sesenta y tres euros con cincuenta y un céntimos.

Cádiz, 2 de julio de 2014

Inés Nieto Cuadra

